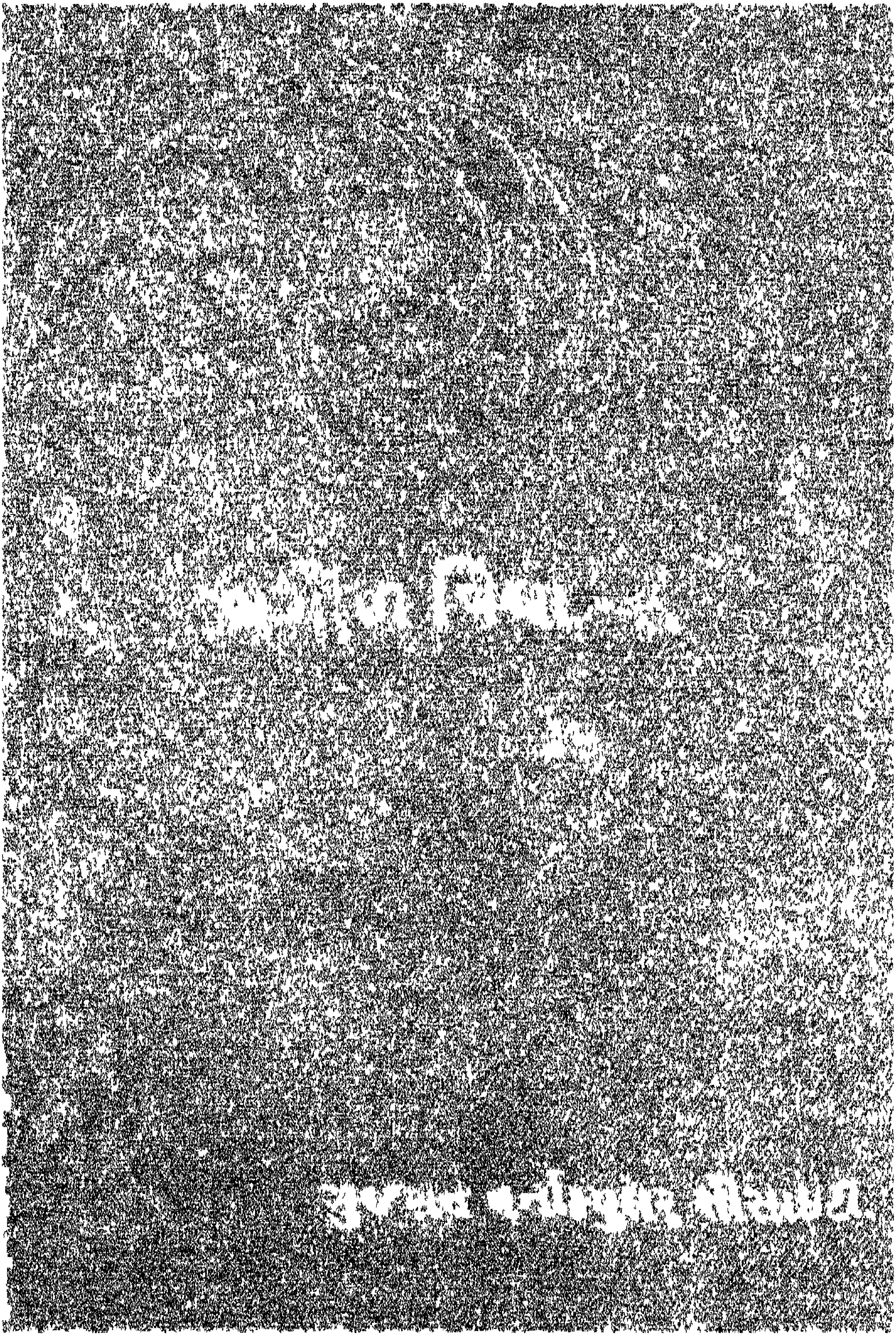


શેઠ હરિવલ્લભદાસ બાળગોવિંદદાસ ગ્રન્થમાળા નં. ૩૪.

ખગોળ વિદ્યા.

તૈયાર કરનાર
રા. રા. આત્મારામ મોતીરામ દીવાનજી,
બી. એ, સુરત.

છપાવી પ્રસિદ્ધ કરનાર,
ગુજરાત વર્નાક્યુલર સોસાઈટી તરફથી,
હીરાલાલ ત્રીભોવનદાસ પારેખ. બી. એ.,
આસિ. સેક્રેટરી અમદાવાદ.

આવૃત્તિ બીજી. પ્રત ૫૦૦.

સંવત્ ૧૯૭૧. ઈ. સ. ૧૯૧૫.

મૂલ્ય બાર આના.

અમદાવાદ.
ધી "ડાયમંડ જ્યુબિલી" પ્રીન્ટીંગ પ્રેસમાં
પરીખ દેવીદાસ છગનલાલે છાપી.

શેઠ હરિવલ્લભદાસ બાળગોવિંદદાસ ગ્રન્થમાળાનો

ઉપોદ્‌ઘાત.

સુરતના વતની અને ધંધાર્થે મુંબઈ નિવાસી સ્વર્ગવાસી શેઠ હરિવલ્લભદાસ બાલગોવિંદદાસે તા. ૧૬ સપ્ટેમ્બર સન ૧૮૭૭ ના રોજ વિલ કર્યું છે, તે અન્વયે પ્રથમ સન ૧૮૮૦ માં રૂ. ૨૦૦૦ સોસાઇટીને મળ્યા. તે એવી શરતથી કે તેના વ્યાજમાંથી સામાજિક સુધારો થાય એવાં પુસ્તકો તૈયાર કરી છપાવવાં. સદરહુ વિલથી શેઠ હરિવલ્લભદાસે અમુક પ્રસંગ બન્યા પછી બાકી રહેલી પોતાની તમામ મીલકત પુસ્તક પ્રસાર માટે સોસાઇટીને અર્પણ કરેલી છે. તે અન્વયે સન ૧૮૯૪ માં રૂ. ૧૮૦૦૦ ની સરકારી પ્રોમિસરી નોટો પુસ્તકો તૈયાર કરાવવા તથા તે પ્રસિદ્ધ કરાવવા માટે સદરહુ વિદ્યાવિલાસી અને પરોપકારી ઉદાર ગૃહસ્થ તરફથી મળેલી છે, તેમાંથી આજ પર્યંત નીચેનાં પુસ્તકો "**શેઠ હરિવલ્લભદાસ બાળગોવિંદદાસ ગ્રન્થમાળા**" તરીકે પ્રસિદ્ધ થયાં છેઃ—

૧.	કયી કયી નાતો કન્યાની અછતથી નાની થતી જાય છે, તેનાં કારણો તથા તેમાં સુધારો કરવાના ઉપાય.	રૂ. ૦—૭—૦
૨.	માને શિખામણ	રૂ. ૦—૬—૦
૩.	નીતિમંદિર.	રૂ. ૦—૧૨—૦
૪.	બાળલગ્નથી થતી હાનિ.	રૂ. ૦—૬—૦
૫.	પુનર્વિવાહપક્ષની પૂરેપૂરી સોળેસોળ આના ફત્તેહ!	રૂ. ૦—૫—૦
૬.	ભોજનવ્યવહાર ત્યાં કન્યાવ્યવહાર.	રૂ. ૦—૪—૦
૭.	ધાર્મિક પુરુષો.	રૂ. ૦—૪—૦
૮.	ઉદ્યોગી પુરુષો.	રૂ. ૦—૪—૦
૯.	બેન્જામીન ફ્રાંકલીન.	રૂ. ૧—૦—૦
૧૦.	બોધકચરિત.	રૂ. ૦—૪—૦
૧૧.	સદ્વર્તન.	રૂ. ૧—૮—૦

૧૨.	રઘુવંશ કાવ્ય.	રૂ. ૧—૦—૦
૧૩.	જાવજી દાદાજી ચોધરીનું જીવનચરિત્ર.	રૂ. ૦—૨—૦
૧૪.	ગુજરાતનો ઇતિહાસ ભાગ ૧ લો પ્રાચીન.	રૂ. ૦—૧૨—૦
૧૫.	ગુજરાતનો ઇતિહાસ ભાગ ૨ જો અર્વાચીન.	રૂ. ૧—૦—૦
૧૬.	નીતિસિદ્ધાંત.	રૂ. ૧—૦—૦
૧૭.	ફ્રાન્સિસ બેકનનું જીવનચરિત્ર.	રૂ. ૧—૪—૦
૧૮.	શેઠ હરિવલ્લભદાસ બાળગોવિંદદાસનું જીવનચરિત્ર.	રૂ. ૦—૬—૦
૧૯.	પરોપકાર.	રૂ. ૦—૧૨—૦
૨૦.	ઢોરનું ખાતર.	રૂ. ૦—૪—૦
૨૧.	જગતનો અર્વાચીન ઇતિહાસ.	રૂ. ૨—૦—૦
૨૨.	કિરાતાર્જુનીય કાવ્યનું મૂળ સાથે ગુજરાતી ભાષાંતર.	રૂ. ૧—૦—૦
૨૩.	વિવિધ પ્રકારના હુન્નરોપયોગી તેજાબો.	રૂ. ૦—૧૨—૦
૨૪.	વાર્નિશ.	રૂ. ૧—૦—૦
૨૫.	જીવનનો આદર્શ.	રૂ. ૦—૧૨—૦
૨૬.	કીર્તિકૌમુદી.	રૂ. ૦—૮—૦
૨૭.	શિશુપાલવધ–પૂર્વાર્ધ (સર્ગ ૧ થી ૧૦)	રૂ. ૧—૦—૦
૨૮.	હિંદુસ્તાનમાં અંગ્રેજી રાજ્યનો ઉદય.	રૂ. ૦—૬—૦
૨૯.	રસાયનશાસ્ત્ર.	રૂ. ૦—૧૦—૦
૩૦.	બ્રિટિશ હિન્દુસ્તાનનો આર્થિક ઈતિહાસ, વિભાગ ૧ લો.	રૂ. ૦—૧૨—૦
૩૧.	જાપાનની કેળવણીની પદ્ધતિ.	રૂ. ૦—૧૨—૦
૩૨.	શિશુપાલવધ ઉત્તરાર્ધ (સર્ગ ૧૧ થી ૨૦)	રૂ. ૧—૦—૦
૩૩.	લૅન્ડોરના કાલ્પનિક સંવાદો; ભાગ ૧ લો.	રૂ. ૦—૧૨—૦
૩૪.	ખગોળવિદ્યા.	રૂ. ૦—૧૨—૦

ગુજરાત વર્નાક્યુલર સોસાઈટીની ઓફિસ,

અમદાવાદ—તા. ૧૫ ડીસેમ્બર સન ૧૯૧૦.

અનુક્રમણિકા.

	પાનાં
ઉપોદ્ઘાત	૧—૧૮
પ્રકરણ પહેલું.—પૃથ્વી	૧—૪૮
પ્રકરણ બીજું.—ચંદ્ર.	૪૮—૮૭
પ્રકરણ ત્રીજું.—સૂર્ય	૮૭—૧૦૮
પ્રકરણ ચોથું.—સૂર્યમાળા	૧૦૮–૧૨૧
પ્રકરણ પાંચમું.—દૂરબીન	૧૨૧–૧૩૫
પ્રકરણ છઠ્ઠું.—અંદરના ગ્રહો; બુધ અને શુક્ર ...	૧૩૫–૧૪૫
પ્રકરણ સાતમું.—બહારના ગ્રહો; લઘુગ્રહો, બૃહસ્પતિ, શનિ, યુરેનસ અને નેપ્ચ્યુન ...	૧૪૬–૧૮૪
પ્રકરણ આઠમું.—ધૂમકેતુ અને ખરતા તારા.... ...	૧૮૫–૨૦૧
પ્રકરણ નવમું—તારા અને નિહારિકા	૨૦૨–૨૦૮
પરિશિષ્ટો	૨૦૯–૨૧૫

પ્રસ્તાવના.

ગુજરાતી સાહિત્યમાં ખગોળ પર બે નાનાં સરકારી ભાષાંતરો થયાં છે તે સિવાય ગુજરાતી જાણનારા સામાન્ય લોકોને વાંચવા લાયક ખગોળનો એક પણ ગ્રંથ નથી. જ્યોતિષ વિદ્યાનાં કેટલાંક પુસ્તકો ગુજરાતીમાં બહાર પડેલાં છે, પણ અંગ્રેજીમાં જેને Popular Astronomy કહે છે એવો અત્યાર અગાઉ ગુજરાતીમાં ખગોળનો કોઈ ગ્રંથ પ્રસિદ્ધ થયો નહતો. ગુજરાત વર્નાક્યુલર સોસાઇટીએ ઘણાં ઉપયોગી પુસ્તકો છપાવી ગુજરાતના લોકોને આભારી કર્યા છે અને આ તેમનો એક વધુ ગ્રંથ છે. આ ગ્રંથ સામાન્ય લોકોને ઉપયોગી થઈ પડે તેટલા માટે તેમાં ઘણા પારિભાષિક શબ્દ વાપરવામાં આવ્યા નથી અને જે થોડા ઘણા વાપરવામાં આવ્યા છે તેની સમજૂતી વાપરતાં અગાઉ આપેલી છે. ખગોળના લોકપ્રિય ગ્રંથની અંદર આકૃતિઓની (અને તે પણ સારી) ઘણી જરૂર છે અને ગુજરાત વર્નાક્યુલર સોસાઈટીએ મારી સૂચના માની ઘણે ખરચે આકૃતિઓ તૈયાર કરાવી છે તેથી હું તેનો આભાર માનું છું. જે અંગ્રેજી પુસ્તકો આ થોડા વર્ષમાં મારા વાંચવામાં આવ્યાં છે તેમાંથી મેળવેલા જ્ઞાનનું આ પરિણામ છે અને તેથી આ સ્થળે તે સર્વ પુસ્તકોના કર્ત્તાઓનો આભાર માનું છું.

નવેમ્બર સને ૧૯૧૦
સુરત.

આત્મારામ મોતીરામ દીવાનજી.

આકૃતિઓની અનુક્રમણિકા.

નંબર.		પાનું.
૧	કેવી રીતે વહાણો દેખાય છે	૨
૨	દૃષ્ટિ મર્યાદાનું વધવું	૩
૩	ત્રણ લાકડીનો પ્રયોગ	૪
૪	ધ્રુવના તારાની વિષુવવૃત્ત પર ઉંચાઈ	૫
૫	ધ્રુવના તારાની ૪૫° ઉત્તર અક્ષાંશ ઉપર ઉંચાઈ ...	૫
૬	ધ્રુવના તારાની ધ્રુવ ઉપર ઉંચાઈ	૬
૭	ચંદ્ર ગ્રહણ વખતે પૃથ્વીનો પડછાયો	૬
૮	ફોકોલ્ટનો પેન્ડયુલમનો પ્રયોગ	૧૩
૯	મિનારાપરથી નાખેલા પત્થરનો દેખાવ	૧૫
૧૦	રાત અને દહાડો	૧૬
૧૧	લંબવર્તુલ	૨૯
૧૨	વિષુવવૃત્તની અને ક્રાંતિવૃત્તની સપાટી એક લીટીમાં ...	૩૯
૧૩	વિષુવવૃત્તની અને ક્રાંતિવૃત્તની સપાટી કાટખુણે	૪૦
૧૪	ક્રાંતિવૃત્તનો ખુણો	૪૦
૧૫	ઋતુઓ...	૪૪
૧૬	ચંદ્ર અને પૃથ્વી	૫૦
૧૭	ચંદ્રનું ધરી પર ફરવું	૫૨
૧૮	ચાંદ્રમાસ અને નાક્ષત્ર માસ	૫૪
૧૯	ચંદ્રની કળા	૫૯
૨૦	પૃથ્વીનો ઘેરો અને આછો પડછાયો	૬૪
૨૧	ચંદ્રનો ઘેરો અને આછો પડછાયો	૬૪
૨૨	કંકણાકાર ગ્રહણ	૬૬
૨૩	કંકણાકાર ગ્રહણનો દેખાવ	૬૬
૨૪	ચંદ્રગ્રહણ	૬૭

૨૫ ચંદ્ર ઉપરના જ્વાળામુખીનું મુખ ૭૫
૨૬ દૂરબીનમાં ચંદ્રનો દેખાવ ૭૭
૨૭ ચંદ્ર ઉપરનું ઓછું ગુરૂત્વાકર્ષણ ૮૨
૨૮ એક આંખ કરતાં બે આંખ વધારે ઉપયોગી છે ... ૮૯
૨૯ ઉંચાઈ માપવાની રીત ૯૦
૩૦ ત્રિકોણુપરથી માપ ૯૧
૩૧ સૂર્યનું અંતર માપવાની રીત ૯૨
૩૨ સૂર્યનું અંતર માપવાની એડમંડ હેલીની રીત ૯૩
૩૩ સૂર્યનો વ્યાસ માપવાની રીત ૯૫
૩૪ સૂર્યનું કદ ૯૬
૩૫ પૃથ્વી અને સૂર્ય ૯૭
૩૬ સૂર્યનો ડાઘો ૯૯
૩૭ સૂર્યના ડાઘાના પ્રદેશ... ... ... ૧૦૦
૩૮ મુકુટાવરણ ૧૦૬
૩૯ આઠે ગ્રહોનાં કદ ૧૦૯
૪૦ બુધ, શુક્ર, પૃથ્વી અને મંગળની કક્ષા ૧૧૩
૪૧ કેપ્લરના નિયમો ૧૧૫
૪૨ યોગ, પ્રતિયોગ વગેરે... ... ... ૧૧૬
૪૩ મંગળનો પ્રતિયોગ ૧૨૧
૪૪ ગુરૂ, શનિ, યુરેનસ અને નેપ્ચ્યુનની કક્ષા ૧૨૩
૪૫ ગૅલીલીઓનું દૂરબીન ૧૨૩
૪૬ પ્રતિમા ૧૨૩
૪૭ પ્રિઝમ (પ્રકાશ પૃથક્કરણ યંત્ર) ૧૨૫
૪૮ એક્રોમેટિક લેન્સ ૧૨૬
૪૯ આઈપીસ ૧૨૭
૫૦ સ્પેક્યુલમ પર પડતાં કિરણો ૧૨૭
૫૧ હર્શેલીઅન દૂરબીન ૧૨૮

૫૨	ન્યુટોનીઅન દૂરબીન	૧૨૯
૫૩	ગ્રેગોરીઅન દૂરબીન	૧૨૯
૫૪	વિલિયમ હર્શેલનું દૂરબીન	૧૩૦
૫૫	લૉર્ડ રોસનું દૂરબીન	૧૩૧
૫૬	લિક દૂરબીન	૧૩૨
૫૭	ડનસિંકની વેધશાળા	૧૩૩
૫૮	ડનસિંકની વેધશાળાનો મધ્ય ભાગ	૧૩૪
૫૯	શુક્રની કળા	૧૪૨
૬૦	સંક્રમણ વખતે શુક્રના માર્ગ	૧૪૫
૬૧	મંગલનો અનુકૂળ પ્રતિયોગ	૧૪૭
૬૨	મંગલ પરની નહેરો	૧૫૧
૬૩	લઘુ ગ્રહના માર્ગ	૧૫૯
૬૪	પૃથ્વી અને બૃહસ્પતિ...	૧૬૦
૬૫	બૃહસ્પતિ	૧૬૨
૬૬	બૃહસ્પતિના ચાર ચંદ્ર	૧૬૪
૬૭	બૃહસ્પતિના ચંદ્રનાં ગ્રહણો	૧૬૫
૬૮	પ્રકાશની ગતિ	૧૬૭
૬૯	શનિ અને પૃથ્વી	૧૬૯
૭૦	હાઇપિરબોલા	૧૮૮
૭૧	ધૂમકેતુ	૧૮૯
૭૨	ધૂમકેતુની પુંછડીની દિશા	૧૯૩
૭૩	બૃહસ્પતિના ધૂમકેતુ	૧૯૫
૭૪	ખરતા તારાનું ઝાપટું...	૧૯૯
૭૫	સપ્તઋષિ	૨૦૪
૭૬	ધ્રુવનો તારો	૨૦૬

ઉપોદ્ઘાત.

શરદ ઋતુ અથવા હેમંત ઋતુમાં એકાદ રાત્રીએ મેદાનમાં અથવા ઘર બહાર ઉઘાડી જગ્યામાં બેસીએ તો સહેજ આકાશ તરફ નજર જાય છે. ચારે બાજુએ હજારો તારા ચમકતા નજરે પડે છે. તેમાંના કેટલાક ઘણા નાના દીસે છે, કેટલાક ઘણા મોટા દેખાય છે અને કોઇ વળી ઘણાજ પ્રકાશિત દેખાય છે. જરા લક્ષ દઈ જોઇશું તો તે સ્થિર નથી એમ લાગશે. કેટલાક પૂર્વમાંથી ઉંચે આવતા જાય છે અને પશ્ચિમમાંના તારાઓ નીચે ઉતરતા જાય છે. એટલામાં એકાદ મોટો તારો ઉગે છે, અને તેની તરફ આપણે ચકિત થઈ નજર કરીએ છીએ. થોડા વખતમાં પૂર્વ તરફ ઉજળો પ્રકાશ નજરે પડે છે, અને તે તરફ આપણે આનંદથી નજર કરીએ છીએ. તે પ્રકાશ વધતો ને વધતો જાય છે અને તે બાજુઓના તારાઓનું તેજ કમી થતું દેખાય છે. થોડીવારે રતાશ પડતું ચંદ્રનું બિંબ દેખાવવા માંડે છે; તને જોઇને આપણને ઘણોજ આનંદ થાય છે. જેમ જેમ ચંદ્ર ઉપર આવતો જાય છે તેમ તેમ ઝીણા તારાઓનું તેજ કમી થતું જાય છે, અને શાંત આહ્લાદક શીતરશ્મિનાં કિરણોથી સૃષ્ટિએ જાણે રૂપેરી વસન ધારણ કર્યું હોય એવો દેખાવ થઈ રહે છે. આકાશના અન્ય ભાગમાં તેજ સમયે જોઇએ તો કોઈ તારો ખરતો પણ માલમ પડે છે. આવો દેખાવ જોઇને આપણા મનમાં આનંદ થયા વિના રહેતો નથી. પ્રભાત થતાંની સાથે તારાઓનું તેજ તેમજ ચંદ્રનું તેજ ઝાંખું પડી જાય છે અને સૂર્યના તેજનો દેદીપ્યમાન ઝળઝળાટ થઈ રહે છે.

પૃથ્વી પરના ચમત્કારો કરતાં આકાશના ચમત્કારો કુદરતી રીતે વધારે ભવ્ય હોય છે અને તેથી તે પર માણસનું લક્ષ વધારે દોરે છે. જે લોકોનું લક્ષ દુનીઆની બાબતમાં ઘણું લાગેલું હોતું નથી તેવાઓનું લક્ષ આકાશ પર ઘણું લાગેલું હોય છે. જંગલમાં પોતાનાં ઘેટાં વગેરે લઇ પડી રહેનારા રબારી, વહેલા ઉઠી ખેતરમાં જઇ કામ કરનારા કણબીઓ, ગામડામાં ગાડાં

હાંકનારા, વહાણુ લઈ દરીઆમાં ફરનારા કોળી અને ખલાસીઓએ લોકોને સાધારણુ લોકો કરતાં નક્ષત્રનું ભાન વધારે હોય છે. આ લોકો ઉપરાંત જે ખાસ કારણુને લીધે આકાશમાંના ગ્રહો, નક્ષત્રો, તારાઓ વગેરેનો અભ્યાસ કરે છે તેને તો ખગોળનું બહુજ બારીક જ્ઞાન હોય છે. કારણુ તેઓનો આ એક ધંધોજ છે. જેમ બીજા મનુષ્યો રાત્રિદિવસ પોતપોતાનું કામ કરે છે તેમ આ લોકો પણુ આ પોતાનું કામજ છે એમ સમજી તેમાં મશગુલ રહે છે, આ બે વર્ગની વચ્ચે ત્રીજો મધ્યમ વર્ગ સાધારણુ મનુષ્યનો છે અને તે લોકોને ખગોળ વિષે કાંઇ વધારે માહિતી હોતી નથી, તેવા લોકો સાધારણુ રીતે જ્યારે આકાશ પર ફુરસદની વખતે નજર કરે છે ત્યારે તેના મનમાં નવા નવા સવાલો ઉત્પન્ન થાય છે. સૂર્ય તે શું હશે? તે કેટલો ગરમ હશે? તે કેટલો મોટો અને કેટલો દૂર હશે? ચંદ્ર શું હશે? તેની ક્ષય વૃદ્ધિ કેવી રીતે થતી હશે વગેરે વગેરે સવાલો તેઓના મનમાં ઉત્પન્ન થયા કરે છે. તે વર્ગના માણુસોને ખગોળ વિષે કંઇક જ્ઞાન થાય એવા હેતુથી આ ગ્રંથ લખેલો છે. આ શાસ્ત્રીય ગ્રંથ નથી. ફક્ત આપણી સૂર્યમાળાનાં અંગો ક્યાં છે, તેઓ શેનાં બનેલાં છે, તેઓ કેવી રીતે ફરે છે વગેરે એવી સામાન્ય બાબતો પર આ ગ્રંથમાં વધારે લક્ષ આપવામાં આવ્યું છે.

આપણે ફરવા નીકળીએ છીએ ત્યારે જે કંઈ જોઇએ છીએ તે શું છે તે જાણુવાનું મન થાય છે. આપણી શેરીમાં કોઈ માણુસ દરરોજ અમુક વખતે આવતો હોય તો સ્વાભાવિક રીતે આપણા પડોશીને પૂછીશું કે દર-રોજ આ આદમી આપણી શેરીમાં આવે છે તે કોને ત્યાં જાય છે અને તે શું કરે છે? કોઇ મોટો આદમી ચાર ઘોડાની ગાડીમાં ફરતો જણાય છે તો તરતજ આપણે પુછીએ છીએ કે એ કોણુ છે? નવા શહેરમાં કોઈ સુંદર મકાન જોઇએ છીએ કે તરતજ આપણા સાથીને પુછીએ છીએ કે આ મકાન કોનું છે? એ મકાન કયારે બંધાયું?

આ પ્રમાણે ક્ષણુભંગુર માણુસ અને ચીજોને માટે જ્યારે આપણા મનમાં હજારો સવાલ ઉત્પન્ન થાય છે ત્યારે સૂર્ય જેને આપણે લાખો વર્ષ

થયાં જોયાં કરીએ છીએ તેને માટે તો આપણા મનમાં કેટલા પ્રશ્ન ઉત્પન્ન થયા હશે અને થતા હશે?

કેટલાક તારા સ્થિર તેજવાળા હોય છે. એ સ્થિર તેજવાળા ગ્રહ કહેવાય છે. હાલ સવારે જે ઘણો તેજસ્વી તારો દેખાય છે તેનું તેજ સ્થિર છે અને તે શુક્ર ગ્રહ છે. એ એટલો બધો તો પ્રકાશિત છે કે તેને ઓળખી કાઢવામાં જરા પણ તમને મહેનત પડશે નહિ. ગ્રહ અને તારામાં બીજો પણ ફેર છે. બે અસ્થિર તેજવાળા તારા જોડે હશે તો તે બે એક બીજાની જોડેજ રહેશે, પણ જો એક ગ્રહ અને બીજો તારો જોડે હશે તો જેમ જેમ વખત જશે તેમ તેમ પેલો ગ્રહ તેની દોસ્તી છોડી દઈ પાછળ જશે. આપણી પૃથ્વી પણ એવોજ એક ગ્રહ છે.

ગ્રહ, તારા, સૂર્ય, પુછડીઆ તારા, ખરતા તારા, ચંદ્ર વગેરે શું છે, તે કયા નિયમ પર ચાલેછે, તેમના તેજનું કારણ શું છે એ વગેરેની શોધના જ્ઞાનને ખગોળ વિદ્યા કહે છે. એ શાસ્ત્ર ઘણુંજ મોટું છે અને તેમાં વખતો વખત નવી શોધ થયા કરે છે. જેમ કોલંબસે (૧૪૩૬–૧૫૦૬) અમેરિકા ખંડ શોધી કાઢ્યો, તેમ સર વિલિયમ હર્શલે (૧૭૩૭–૧૮૨૨) નવો ગ્રહ યુરેનસ શોધી કાઢ્યો, અને જોન એડમ્સે તો અવધીજ કરી. કોલંબસ હિંદુસ્તાન શોધતાં શોધતાં કોઈ ભૂમિ પર જઈ ચઢ્યો અને માલમ પડ્યું કે તે ખંડ છે. વીલીયમ હર્શલ દરરોજ દૂરબીન વતી આકાશમાં જોતો હતો અને જોતાં જોતાં કંઈ નવો પદાર્થ જોયો અને તે ગ્રહ નીવડ્યો. પણ એડમ્સ અને લેવેરીઅર એ બંને પુરૂષોએ માત્ર ગણિતની મદદથી નવો ગ્રહ નેપચ્યુન શોધી કાઢ્યો. કોઈ દૂરબીન લેઈ જોતું પણ નહોતું. આં ઉપરાંત આજ બસો વર્ષમાં આ શાસ્ત્રમાં ઘણી શોધો થઈ છે. સામાન્ય રીતે આકાશી પદાર્થનું કંઈ પણ જ્ઞાન આપણને હોવું જોઈએ એ અવશ્ય છે.

હવે એ જ્ઞાન કાંઈ આપણા ઉપયોગનું છે ? એ આકાશી પદાર્થો કાંઈ આપણને મદદ કરે છે ? શા માટે સરકાર એમની શોધખોળ પાછળ આટલા બધા પૈસા ખરચતી હશે ? એવા એવા સવાલ પણ આપણા મનમાં ઉત્પન્ન થાય છે. માત્ર આપણે આકાશી પદાર્થો જોઈએ છીએ તેથી તે વિષે આપ-

ણુને કંઈ જાણવાનું મન થાય એ તો સ્વાભાવિક છે, પણ જો તેઓ આપણુને મદદગાર નીવડતા હોય તો તેઓ વિષે વિશેષ જાણવું અતિ અગત્યનું છે.

આકાશી પદાર્થો આપણુને કેવી રીતે ઉપયોગી થઈ પડે છે તે હવે તપાસીશું. તેમાં સૈાથી પહેલો સૂર્ય લઈશું. સૂર્ય વિના આપણુને ચાલશે? જો સૂર્ય ન હોય તો આપણુને દિવસે જે તેજ મળે છે તે મળે નહિ. કેટલાક એમ કહેશે કે ચોમાસામાં કેટલીક વખતે આપણુને સૂર્યનાં દર્શન થતાં નથી તો આપણુને ચાલે છે તો સૂર્ય ન હોય તો કેમ ન ચાલે? આજની નવી શોધોની મદદથી, વિદ્યુતથી, કોલગેસથી, અથવા કોઈ પણ બીજા પ્રકારના પદાર્થના પ્રકાશની મદદથી આપણુને જોઈએ તેટલું તેજ મળે છે. પણ વિદ્યુત કેવી રીતે ઉત્પન્ન કરીશું? આ વિદ્યુત કાંઈ એક ઘરમાં દીવા કરવા જોઈતી નથી, પણ આખી પૃથ્વી પર દીવા કરવા માટે જોઈએ છે. માટે તે તૈયાર કરવા એંજીન જોઈશે ને તેને ચલાવવા માટે કોલસા અથવા લાકડાં જોઈશે. એ લાકડાં જો સૂર્ય ન હોય તો ઉત્પન્નજ ન થાય. તમે જોતા હશો કે કોઈ એક રોપાનું કુંડું અંધારામાં મુકશો તો તેમાંનો રોપો પીળો થઈ મરી જશે. માટે સૂર્ય ન હોય તો આ બધું જે લાકડું આપણુને જોઈએ તે મળે નહિ. ધ્રુવ તરફના પ્રદેશો જ્યાં છ માસ રાત અને છ માસ દિવસ રહે છે ત્યાં ઝાડ જોવામાં આવતાં નથી. મોટા શહેરોમાં રાત્રે વિદ્યુતથી દીવા કરવામાં આવે છે, પણ કોઈ વખત જ્યારે સંચા કામ એકદમ બગડી જાય છે ત્યારે તે શહેરની કેવી ફજેતી થાય છે તે હાલ થોડા વખત પર પેરિસ અને કલકત્તામાં બનેલા દાખલા પરથી માલમ પડશે. કલકત્તામાં સાંઝે એકદમ સાંચા કામ બગડી ગયું અને દીવા પ્રગટ થઈ શકયા નહી. તે વખતે શહેરમાં જે ગડબડાટ થઈ ગયો તેનો ખ્યાલ તો ફક્ત તે દિવસે જે કલકત્તામાં હતા તેનેજ આવી શકે. લોકો દોડયા દોડયા મીણબત્તી લેવા જાય. મીણબત્તીવાળાઓએ ભાવ ચઢાવી દીધો, કેટલાકને મળી નહી અને ખરેખરે તે રાત્રે જ્યાં ઝગઝગાટ પ્રકાશવાળા દીવા જોવામાં આવતા હતા ત્યાં અંધારાં માલમ પડતાં હતાં. સૂર્યથી આપણુને તેજ મળે છે એટલુંજ નહિ, પણ તે આપણુને બીજી ઘણીરીતે મદદ કરે છે. આપણે સવારના ઉઠીએ ત્યારથી તે રાતના સુઈ જઈએ

ત્યાં સુધી જે સઘળી ચીજો આપણે વાપરીએ છીએ તે બધી સૂર્યનેજ લીધે છે. આપણે હિંદુ લોકો દાતણ કરીએ છીએ તે સૂર્યને લીધે, પાણીની કોગળા કરીએ છીએ તે પણ સૂર્યને લીધે. જો સૂર્ય ન હોત તો જેમ ધ્રુવ આગળના પ્રદેશોમાં પાણીનું બરફજ બનેલું રહે છે તેમજ આપણે ત્યાં પણ બરફ રહેત અને તેથી આપણે કોગળા કરી શકત નહી. હાલના રીવાજ પ્રમાણે આપણી ચા પીએ છીએ તે પણ સૂર્યને લીધે. ખાંડ (શેરડી) સૂર્યનેજ લીધે. દુધ તે પણ સૂર્યનેજ લીધે, કારણકે સૂર્ય નહોય તો ગાય, ભેંસને ખાવાનો ચારો મળે નહિ. ચા પણ સૂર્યનેજ લીધે. આગળ ચાલતાં આપણે નાહીએ છીએ એમાં પણ પાણી ને લાકડાં આવે છે તેપણ સૂર્યને લીધેજ. તાંબાકુંડી આપણે નહાવા વાપરીએ છીએ તેનું તાંબુ પણ સૂર્યનેજ લીધે શુદ્ધ થયેલું હોય છે, આપણે જે અનાજ ખાઇએ છીએ તે પણ સૂર્યનેજ લીધે ઉત્પન્ન થયેલું છે. વરસાદ પડે છે તે પણ સૂર્યને લીધે. સૂર્યને લીધે મહાસાગરના પાણીની વરાળ થાય છે, તેનાં વાદળાં બંધાય છે અને પછી તેનો વરસાદ પડે છે. આપણે જે કપડાં પહેરીએ છીએ તે પણ સૂર્યને લીધેજ છે. સૂર્યને લીધે કપાસ પાકે છે. સૂર્યનેજ લીધે રેશમના કીડાને શેતુરનાં પાંદડાં ખાવા મળે છે અને સૂર્યનેજ લીધે ઘેટાંને ખાવાને ચારો મળે છે. પાછાં સૂર્યથી ઉત્પન્ન થયલાં લાકડાં અને કોલસાને લીધેજ લૂગડાં વણાય છે, અને જે કારીગરો કામ કરે છે તે સૂર્યનેજ લીધે ઉત્પન્ન થયલું અનાજ ખાઈને કામ કરે છે. હવે આપણે જે રંગો જોઇએ છીએ તે પણ સૂર્યનેજ લીધે ઉત્પન્ન થયેલા છે અને રાત્રે જે બીછાના પર આપણે સૂઇએ છીએ તે બીછાનાની ચીજો પણ સૂર્યનેજ લીધે ઉત્પન્ન થયેલી છે. એટલે સવારથી રાત સુધીની જે જે ચીજો આપણા વપરાશમાં આવે છે તે તમામ સૂર્યનીજ મદદ વડે ઉત્પન્ન થયેલી છે. બીજું સૂર્ય હવા સાફ કરે છે, આપણે હાલમાં લોકોને બોલતાં સાંભળીશું કે ભાઈ આ ઘરમાં તડકો આવતો નથી માટે આ ઘરની હવા ખરાબ છે. પ્લેગ વખતે છાપરાનાં નળીઆં ઉકેલી નાંખીએ છીએ કે તેથી સૂર્યનો તડકો અંદર પડે અને હવા સાફ થાય. રાતના જે બદબો ઉઠે છે તે તડકાને લીધેજ નાશ પામે છે.

વળી જે દિવસે સૂર્યનાં દર્શન થતાં નથી અને આકાશ વાદળાંથી ઘેરાયેલું હોય છે તે દિવસ કેવો ગમગીની ભરેલો લાગે છે. આપણા દેશમાં તો આઠ મહિના બરાબર સૂર્યનો તડકો પડે છે પણ ઇંગ્લાંડમાં તો સૂર્યનો તડકો બરાબર પડતો નથી; તેથી જે દિવસે ત્યાં આપણા દેશ જેવો તડકો પડે તે દિવસ તો અંગ્રેજ લોકો સારો ગણે છે.

આ પ્રમાણે સૂર્ય હજારો વર્ષ થયાં આપણું ભલું કરતો આવ્યો છે અને તે એક દેશમાં નહિ પણ સર્વ દેશમાં. એને ગરીબ અને તવંગર સરખા છે અને જેનાથી એનો ઉપયોગ થઇ શકે છે તેઓ મનમાં આવે તેવી રીતે ઉપયોગ કરે છે. તવંગરની હવેલીઓ, રાજાના મહેલો અને ગરીબના ઝુંપડા પર બધેજ સૂર્યનો પ્રકાશ સરખો છે. એને એમ નથી કે તવંગર વહાલા છે અને ગરીબ અળખામણા છે. આપણુ હિંદુ લોકો અને પારસી લોકો સૂર્યને પુજીએ છીએ તેનું કારણ શું ? સૂર્ય પોતેજ ઇશ્વિર છે એ નથી પણ ઇશ્વરનો ઉત્પન્ન કરેલો પદાર્થ છે. આપણે કોઈ મનુષ્ય સારાં કૃત્ય કરે છે તો તેનું પુતળું બનાવી જાહેર જગ્યામાં ઉભું કરીએ છીએ. તેની કેટલા વર્ષની જીંદગી અને તેનાં કેટલાં કૃત્યો ! તેની જયંતિને દિવસે તેને હાર પહેરાવીએ છીએ. કોઇ મોટો માણુસ જતો હોય છે તો આપણે તેને સલામ કરીએ છીએ અને તેને જવા માટે માર્ગ કરી આપીએ છે. હવે જો આ પ્રમાણે મનુષ્યની અલ્પ જીંદગીમાં થયેલાં થોડાં કૃત્યને માટે તમે આટલું બધું માન આપી તેનું ચિત્ર અથવા બાવલું રાખો છો તો આ સૂર્ય જે હજારો વર્ષ થયાં લોકોનું ભલું કરતો આવ્યો છે તેને તમે સલામ કરો અથવા નમસ્કાર કરો તો શું તમે પાપ કરો છો ? કંઈજ નહિ. પારસી લોકોમાં જે જે મોટા માણુસ થઈ ગયા છે, તે બધાનાં નામ હંમેશની ભણુવાની પ્રાર્થનામાં દાખલ કરવામાં આવે છે. જોન ઓફ્ આર્ક નામની જે સ્ત્રી ફ્રાંસમાં (ઈ. સ. ૧૪૨૯) થઇ ગઇ છે ને જે અંગ્રેજો સાથે લડી હતી તેને સેંટ (પૂજ્ય બાઇ) તરીકે જાહેર કરવામાં આવી છે અને તે રોમન કેથોલિક ધર્મમાં પૂજ્ય ગણાય છે. તો આ સૂર્ય જેના દરબારમાં ગરીબ અને તવંગર સરખા છે તેને પૂજીએ તો શું ખોટું છે ! ! !

હવે આપણે ચંદ્ર વિષે જોઈશું. એ કંઈ ઉપયોગનો છે? હા. જો ચંદ્ર ન હોય તો દરેક બંદરમાં હાહાકાર થઈ રહે અને વેપારી લોકો રડારોળ કરી મૂકે. વેપારનો આધાર વહાણ પર રહેલો છે અને જો ભરતીઓટ થતાં બંધ પડે તો વહાણ બંદરની બહાર જઈ શકશે નહિ. ભરતીઓટનો સંબંધ ચંદ્ર સાથે રહેલો છે. કોઈ અજાણ અને અજ્ઞાન માણસ દરીઆ કિનારા પર રહેતો હશે તો તેના પણ જાણવામાં આવતું હશે કે પૂનેમ અને અમાસે મોટી ભરતી આવે છે અને પુનેમ પછી જેટલો ચંદ્ર મોડો ઉગે છે તેટલી ભરતી મોડી આવે છે. જે પ્રજાનો આધાર આ પ્રમાણે ભરતી પર રહેલો છે અને ભરતીનો આધાર ચંદ્ર પર તો તેવી પ્રજા ચંદ્રને પૂજે તો એમાં નવાઈ નથી. આપણે હિંદુ લોકો નમ્રતા માટે વખણાઈએ છીએ અને કોઈ આપણને હાથ નમે છે તો આપણે તેને ગજ નમીએ છીએ. તો આપણે હિંદુ લોકો તેની પૂજા કરીએ અને તેનું ચાંદ્રાયણ વ્રત પણ કરીએ તો તે સ્વાભાવિકજ ગણાય. આપણ અને મુસલમાન લોકો માસના દિવસની ગણત્રી પણ ચંદ્ર ઉપરથી કરીએ છીએ. તેના બદલામાં આપણે તેનો ઉપકાર કેવી રીતે માનવો?

ચંદ્રની કળાથી કોને આનંદ ન થતો હશે? શરદ પૂર્ણિમાનું વર્ણન વાંચી અને તે રાતનો રમણીય દેખાવ જોઈ કોણ ખુશ ન થતો હશે? રાસને માટે શ્રીકૃષ્ણે એ રાતજ પસંદ કરી તેનું શું કારણ હશે? શું એની રમણીયતા તો ન હોય! એ રાત પસંદ કરનારને ધન્યવાદ ઘટે છે, કારણ કે એ રાત જેવી બીજી રાત ખુશનુમા લાગતી નથી. સુરતના શહેરીઓએ પણ રાતના ફરવા માટે આખા વર્ષમાં આજ રાત પસંદ કરી તેનું કારણ પણ એજ શું ન હોવું જોઈએ? ચંદની પડવાની રાતે સુરતના શહેરીઓ રાતના દશ વાગ્યા પછી નદી કિનારે જઈ બેસે છે અને ત્યાં જઈ ચાંદનીની મોજ ભોગવે છે. શહેરમાં ફરી ફરી ગરબાઓ પણ જુએ છે, અને નાનાથી મોટા દરેક આદમી એ રાત્રે બહાર ફરવા ગયા વગર રહેતા નથી.

ગ્રહો છે તે કાંઈ ઉપયોગના છે? હા. જમીન પર તો આપણે એક ગામથી બીજે ગામ જવું હોય તો રસ્તામાં પગથી હોય છે તે પર ચાલીએ

છીએ. કોઈ ગામ રસ્તામાં આવે છે તો ત્યાંના લોકોને પૂછી આગળ ચાલીએ છીએ; પણ મહાસાગરમાં વહાણવાળાઓ કોને પૂછે? એ લોકો ન જુએ ઝાડ કે ન જુએ ગામ કે ન જુએ માણસ. ઉપર આભ ને નીચે પાણી. વળી પાણી પર પગથી પણ નહિ એટલે વહાણ કેવી રીતે હંકારવું? તેમજ હંમેશા દરીઆ કિનારેથી થોડે છેટે વહાણ હંકારે છે તેમ પણ નથી. આ વખતે ગ્રહો અને નક્ષત્રો રસ્તો બતાવવાનું કામ રાત્રે અને સૂર્ય દિવસે કરે છે. આગબોટના કેપટનો સૂર્યને જોઈને તથા પોતાના જ્ઞાનનો ઉપયોગ કરીને કહી આપે છે કે મુંબઈથી આટલા માઇલને છેટે છીએ, અને એની ગણત્રીમાં એક માઇલની પણ ચૂક આવતી નથી. મહાસાગરમાં તોફાન વખતે ખગોળના જ્ઞાનથીજ તેઓ જાણી શકે છે કે અમુક છેટે બંદર આવેલું છે માટે ત્યાં જો વહાણ હંકારીશું તો બચાવ થશે, જો કેપટનોને ખગોળનું જ્ઞાન ન હોત તો આગબોટો ક્યાંના ક્યાં લઇ જાત. આપણને પણ જો ખગોળનું સારૂં જ્ઞાન હોય તો ભર જંગલમાંથી આપણે રસ્તો શોધી કાઢીએ. તો જ્યારે એ ગ્રહો અને નક્ષત્રો આપણને માર્ગ બતાવી આપી વહાણોને મદદ કરે છે તો આપણી શું ફરજ નથી કે આપણે તેમના વિષે કાંઈ પણ જાણવું? આપણને બીજી રીતે પણ એ આકાશી પદાર્થો મદદ કરે છે. આપણા રાત દિવસ, વર્ષ, મહિના અને તહેવારોનું બંધારણ પણ આકાશી નક્ષત્રો, ગ્રહો વગેરે પર છે. અમુક નક્ષત્રમાં કામ કરવું જોઈએ તે અમુક નક્ષત્ર ક્યારે દેખાય છે તે આપણે ક્યાંથી જાણીશું? દીવાળી આવી કે હોળી આવી તે શા ઉપરથી નક્કી કરીશું? મકરસંક્રાતિ ક્યારે થશે તે શા ઉપરથી કહીશું? વખતનું માપ સૂર્ય પરથી અસલના વખતથી લીધામાં આવે છે. આજ સૂર્ય ઉગ્યો તે આવતી કાલે ઉગશે એટલા વખતના દરમ્યાનને દિવસ કહીએ છીએ. આજે અમુક વખતે ચંદ્ર ઉગ્યો તેજ અમુક વખતે પાછો ચંદ્ર ઉગશે તે વખતના દરમ્યાનને આપણે હિંદુઓ તથા મુસલમાનો મહિનો કહીએ છીએ. આજે જે રાશિમાં જે સ્થાને સૂર્ય છે તે ને તે રાશિમાં અને તેજ સ્થાને સૂર્ય પાછો આવશે તે વખતના દરમ્યાનને વર્ષ કહીએ છીએ. તમે પૂછશો કે અંગ્રેજોના તહેવારને આકાશી પદાર્થ સાથે સંબંધ

છે? હા. એ લોકોનો ગુડફ્રાઇડેનો મોટો તહેવાર છે તે તમે જાણતા હશો કે દર વર્ષે કાંઇ એકની એક તારીખે આવતો નથી. તે ચંદ્રના સ્થાન પર આધાર રાખે છે ને ૨૧ મી માર્ચે અથવા તે પછી જે પુનેમ આવે તે પછીનો શુક્રવાર એ તહેવાર તરીકે પળાય છે. હાલ કોઈ ગામડીઆને પૂછીશું કે અમુક ખીના તે દિવસે કેટલા વાગે બની? તો તે કહેશે કે સૂર્ય આટલો ઉચો આવ્યો હતો ત્યારે. દરેક સુધરેલી કે જંગલી પ્રજા આકાશી પદાર્થો ઉપરથીજ વખતની માપણી કરે છે તો એ આકાશી પદાર્થોને કેવી રીતે વખત માપવામાં આપણા ઉપયોગમાં લઇએ છીએ તે શું જાણવાની આપણી ફરજ નથી? એ કેવી રીતે ઉપયોગમાં લેવામાં આવે છે તેનો સમાવેશ પણ ખગોળવિદ્યામાં થાય છે.

આ પ્રમાણે આકાશી પદાર્થો ઉપયોગી છે તે ઉપરાંત આપણા જ્ઞાનમાં ખગોળ કાંઈ વધારો કરે છે? જ્યાને આકાશી પદાર્થો વિષે વિચાર કરીએ છીએ ત્યારે આપણા મનમાં અહંકાર હોય છે તે જતો રહે છે. આટલા બધા આકાશી પદાર્થો ઇશ્વરે ઉત્પન્ન કરેલા છે અને તેઓ પોત પોતાના નિયમ પ્રમાણે ચૂક કર્યા વગર આજ હજારો વર્ષ થયાં ફર્યા કરે છે અને માણસ આટલા ટુંકા આયુષ્ય વાળો અને ચૂકો કરનારો તે પોતાને મોટો ગણે છે, અને પોતાના જાતિભાઇઓ તરફ તિરસ્કાર બતાવે છે એ હાસ્ય જનક નથી? આખી સૃષ્ટિમાં માણસ તો કીસ ગણત્રીમાં છે! આ આકાશી પદાર્થોના આયુષ્ય ને કદ સાથે સરખાવતાં માણસ રેતીના કણ જેવો એ નથી. તો આ વિષય પર ધ્યાન આપવાથી માણસના મનમાં જે અહંકાર હોય છે તે નીકળી જાય છે અને ઇશ્વિર ઉપર એની લાગણી થાય છે.

આ ખગોળશાસ્ત્ર કંઈ આજકાલનું નવું શાસ્ત્ર નથી. જુની પ્રજાઓ જેવી કે ખાલ્ડીઅન, ચીનાઓ, ઇજીપશીઅન અને હિંદુ લોકોમાં એ શાસ્ત્ર ઘણા જુના વખતથી ચાલ્યું આવે છે. હિંદુસ્તાનમાં ઘણા જુના વખતમાં ખગોળનું જ્ઞાન સારૂં પ્રસરેલું હતું. જૂનામાં જૂનો ગ્રંથ ઋગ્વેદ ગણાય છે. એ ગ્રંથની અંદર સૌર્ય વર્ષ અને ચાંદ્ર વર્ષને એક સરખાં બનાવવા માટે જે અધિક માસ આપણે ઉમેરીએ છીએ તે અધિક માસ જોવામાં આવે

છે. ગ્રીક લોકો એ માસ ઉમેરતાં બહુ પાછળથી શીખ્યા હતા. વળી ઋતુનું પણ જ્ઞાન તે વખતના લોકોને હોવું જોઈએ કારણ ઋતુનું કારણ સૂર્ય એમ ઋગ્વેદ સંહિતામાં જણાવેલું છે.

ચંદ્રના માર્ગના જે સત્તાવીશ નક્ષત્રો છે તે નક્ષત્રો પણ તેમના જાણવામાં હતાં. તે ઉપરાંત બીજાં નક્ષત્રો જેવાં કે સપ્તઋષિ, બૃહતલુબ્ધક, લઘુ લુબ્ધક વગેરે પણ તેઓને જાણીતાં હતાં. ટુંકમાં અસલના લોકોને ખગોળનું સારૂં જ્ઞાન હતું. હિંદુઓના ખગોળશાસ્ત્રનો ઈતિહાસ જાણવા લાયક છે અને જો તે લખવા બેસીએ તો મોટો ગ્રંથ થઈ જાય અને તે ઉપર કહેલા મધ્યમ વર્ગને ઉપયોગી થઈ પડે નહિ. હિંદુ ખગોળશાસ્ત્ર કેવું હતું, મોટા મોટા ખગોળશાસ્ત્રી કોણ કોણ થઈ ગયા, તે વિષય જાણવા જેવો છે અને તે ઉપર મોટો ગ્રંથ ગુજરાતીમાં લખાશે એવી આશા રાખીએ તો કંઈ ખોટું નથી.

હિંદુસ્તાનમાં ઘણાં ખગોળનાં પુસ્તકો છે અને હાલ તેનું સંશોધન વધારે ચાલે છે. હિંદુસ્તાનમાં જે ત્રણ ચાર મોટા ખગોળશાસ્ત્રી થઈ ગયા છે તેનું ટુંકું વર્ણન આ સ્થળે આપીશું. ઈ. સ. ના આરંભ અગાઉના જે પુસ્તકો છે તે પુસ્તકોના ખરા લખનાર કોણ હતા તે નક્કી થયું નથી. તે ગ્રંથો અપૌરૂષ મનાય છે. તે ગ્રંથોમાં પિતામહ સિદ્ધાંત, વસિષ્ટ સિદ્ધાંત, રોમક સિદ્ધાંત, પુલિશ સિદ્ધાંત અને સૂર્ય સિદ્ધાંત એ મુખ્ય છે.

ઈ. સ. ના આ આરંભ પછી પહેલો મોટો જ્યોતિઃ શાસ્ત્રી આર્યભટ થયો છે. એ કળીયુગના ૩૫૭૭ વર્ષમાં એટલે શક ૩૯૮ માં કુસુમપુરના અસુઅકમમાં જનમ્યો હતો. કેટલાકો કહે છે કે, એ કુસુમપુર હાલના પટણા પાસે હતું. પણ એનું પુસ્તક (આર્ય ભટીય) દક્ષિણમાં જોવામાં આવે છે તે ઉપરથી એ કુસુમપુર દક્ષિણમાં હોવું જોઈએ, એવું અનુમાન કેટલાક કાઢે છે. એના મૂળ પુસ્તકની ત્રણ પ્રતો ડો. કેર્નને મલયલમ લીપીમાં મળી હતી અને મલબાર પ્રાંતમાં હજુ પણ આર્યસિદ્ધાંતને લોકો માન આપે છે. બંગાળામાં તો આર્યસિદ્ધાંત જરા પણ ચાલતો નથી. ઘણી નાની વયથી એને ખગોળનો શોખ લાગ્યો હતો અને તેથી ગ્રહોની નિરીક્ષા કરી

ગ્રંથોમાં આપેલા આંકડા સાથે પોતાના ઉપજાવેલા આંકડા સરખાવતો. એમાં ઘણી વખત ફેર આવતો જોતો તો ગભરાતો અને ઇશ્વરની પ્રાર્થના કરતો કે ખરૂં શું છે તે તુંજ સમજાવ. ઇશ્વરની કૃપાથી પછી એ એક મોટો ખગોળશાસ્ત્રી થયો અને જેમ કાળિદાસ હિંદુસ્તાનનો શેક્સપીઅર હતો તેમ એ હિંદુસ્તાનનો ન્યુટન નીવડયો. ન્યુટનને જેટલું માન પશ્ચિમની પ્રજા આપે છે તેટલાજ માનના આર્યભટ પણ અધિકારી છે.

૨૩ વર્ષની નાની ઉમરે એણે જે આર્યભટીય નામનો ગ્રંથ લખેલો છે તેથી તેણે પોતાનું નામ અમર કર્યું છે. આટલી નાની વયે જો એણે આવો ઉત્તમ ગ્રંથ લખ્યો તો તે અગાઉ એણે ખગોળશાસ્ત્રનો કેટલો અભ્યાસ કર્યો હશે તેની કલ્પના પણ કરી શકાતી નથી. એના ગ્રંથને કેટલાક આર્ય સિદ્ધાંત પણ કહે છે. એ ગ્રંથના બે ભાગ છે. પહેલા ભાગમાં ૧૩ શ્લોક છે અને બીજામાં ૧૦૮ આર્યા છે. પહેલાના ત્રણ શ્લોક ઉપયોગી નથી તેથી તે દશ ગીતી નામે પણ ઓળખાય છે. બીજા ભાગને આર્યાષ્ટાશત પણ કહે છે. આ ગ્રંથ ડો. કેર્ને ઈ. સ. ૧૮૭૪ માં હોલાંડ છપાવ્યો હતો. જે મુખ્ય બાબતો એના ગ્રંથમાં છે તે નીચે પ્રમાણે છે.

(૧) પૃથ્વીનો આકાર.
(૨) પૃથ્વીનું આકર્ષણ.
(૩) પૃથ્વીનું ધરી પર ફરવું.
(૩) પૃથ્વીની વાર્ષિક ગતિ.
(૫) પૃથ્વીનું ક્ષેત્રફળ.
(૬) ચંદ્રનું પૃથ્વીથી અંતર.
(૭) અયન ચલન.
(૮) ગ્રહણ.

આ દરેક વિષય પર લખતાં મોટો ગ્રંથ થઈ જાય, પણ એટલું તો સિદ્ધ થાય છે કે એના સિદ્ધાંતો આજ પણ માન્ય છે. કોપરનીકસે જે શોધ ૧૭ મી સદીમાં કરી હતી તે એણે પાંચમી સદીમાં કરી હતી. એણે જે પૃથ્વીનું ક્ષેત્રફળ આપ્યું છે તે ૩૪,૬૩,૬૧,૪૦૦ નાડીકા છે જેના

૧૯,૪૮,૨૮૭ ચો. મા. થાય છે. પશ્ચિમના વિદ્વાનો પૃથ્વીનું ક્ષેત્રફળ ૧૯,૭૦,૦૦,૦૦૦ ચો. માઇલ્સ આપે છે. બન્ને આંકડા સરખાવતાં ફેર થોડોજ માલમ પડે છે. આ ઉપરથી પરીધ વ્યાસ વગેરેના આંકડા પણ બરાબર મળતા આવે તેમાં નવાઈ જેવું નથી.

વરાહમિહિર એ બીજો પ્રાચીન પ્રસિદ્ધ જ્યોતિઃ શાસ્ત્રી છે. એનો જન્મ શક ૪૧૨ ને આશરે ધારવામાં આવે છે, એના પિતાનું નામ આદિત્ય દાસ હતું અને તેની પાસેથીજ તેને ખગોળનું જ્ઞાન પ્રાપ્ત થયું હતું. કાપિત્થક (અવંતી પાસે) ગામમાં એના પર સૂર્યની મહેરબાની થઈ હતી તે ઉપરથી તે અવંતીમાં રહેતો હતો એમ નીકળે છે. એણે બૃહત્સંહિતા નામનો પ્રસિદ્ધ ગ્રંથ લખેલો છે. એ મૂળ ગ્રંથ પણ ડૉ. કેર્નેજ છપાવેલો છે અને તેનો અંગ્રેજીમાં તરજુમો કરી તેણે રૉયલ એશીઆટિક સોસાઇટીના પાંચમા વૉલ્યુમમાં છપાવેલો છે.

બ્રહ્મગુપ્ત નામનો જે જ્યોતિષશાસ્ત્રી ત્યાર પછી થયો તે શુમારે શક ૫૨૦ માં જનમ્યો હતો. તે ભીન્નમાળમાં રહેતો હતો, એણે બે પ્રખ્યાત ગ્રંથો લખ્યા છે—બ્રાહ્મસ્ફુટ સિદ્ધાંત અને ખંડખાદ્ય. કેટલાક એના આગલા ગ્રંથને બ્રહ્મસિદ્ધાંત પણ કહે છે.

ભાસ્કરાચાર્ય એ પણ એક મોટો નામાંકિત જ્યોતિઃશાસ્ત્રી થઈ ગયો છે. એની કીર્તિ આજ સાતસો વર્ષ થયાં આપણા દેશમાં ગાજી રહી છે એટલુંજ નહિ પણ પરદેશમાં પણ ગાજી રહી છે. એના સિદ્ધાંત શિરોમણિ નામના ગ્રંથ પરથી માલમ પડે છે કે એનો જન્મ શક ૧૦૩૬ માં થયો હતો અને ૩૬ વર્ષની ઉમરે એણે ઉપલો સિદ્ધાંત શિરોમણિ નામનો ગ્રંથ રચ્યો હતો. એણે જે બીજો ગ્રંથ કરણકુતૂહળ રચ્યો તે વખતે તેની ઉમર ૬૯ વર્ષની હતી. આ ઉપરથી એમ સિદ્ધ થાય છે કે આટલી ઉતરતી વયે પણ એનો ઉત્સાહ અને બુદ્ધિ અસલ નાની વયના જેટલા હતા. એના બાપનું નામ મહેશ્વર હતું અને તે શાંડિલ્ય ગોત્રનો હતો. વરાહ મિહિરની માફક એણે પણ પોતના બાપની પાસેજ જ્ઞાન મેળવ્યું હતું. એનું રેહવાનું સ્થાન સહ્ય પર્વતા સન્નિધ વિજ્જડવિડ હતું. ખાનદેશના ચાળીસગામની

નૈઋત્યમાં ૧૦ માઇલ પર પાટણ કરી ગામ હતું તેજ અથવા તેની પાસે વિજળવિડ કરીને ગામ હશે તેજ એની જન્મભૂમિ છે એમ કેટલાક લેખો પરથી સિદ્ધ થાય છે. અકબરના હુકમથી લીલાવતીનું ભાષાંતર ફારસીમાં થયેલું છે અને તેના ઉપોદ્ઘાતમાં લખેલું છે કે એનું જન્મસ્થાન બેદર છે પણ તે કેટલાં કારણને લીધે વાસ્તવિક લાગતું નથી.

એણે જે સિદ્ધાંત શિરોમણી નામનો ગ્રંથ લખ્યો છે તેના મુખ્ય ચાર ભાગ છે. પહેલા ભાગને લીલાવતી અથવા પાટીગણિત કહે છે. આ ભાગ અંકગણિત છે અને તેમાં તે વિષયનું પૂર્ણ જ્ઞાન આપેલું છે. બીજો ભાગ બીજગણિત છે અને તેમાં એક વર્ણ સમીકરણ, અનેક વર્ણ સમીકરણ, એકાનેક વર્ગાદિ શમીકરણ ઇત્યાદિ વિષય આપેલા છે. ત્રીજો અને ચોથો ભાગ જ્યોતિઃશાસ્ત્ર વિષયના છે અને તે ગણિતાધ્યાય અને ગોલાધ્યાય છે. એ ગણિતાધ્યાયમાં ગ્રહ સંબંધનું બધું ગણિત આપેલું છે અને ગોલાધ્યાયમાં ગણિતાધ્યાયમાં આવેલા સર્વ વિષયોની ઉત્પત્તિ, ત્રૈલોક્ય સંસ્થાન વર્ણન યંત્રો વગેરેનું વર્ણન છે.

આગલા વખતમાં ઋષિઓ જેવી મહેનત કરીને નવું શીખતા તેવું નવું શીખવાનો ઉત્સાહ ત્યાર પછી આપણામાંથી જતો રહ્યો છે. ભાસ્કરાચાર્યના વખત પછી નવી શોધોનો ઉપયોગ કરી આપણા જુના જ્ઞાનમાં આપણે કાંઈ પણ વધારે કર્યો નથી. કોપરનીકસના વખતમાં યુરોપખંડમાં જે ખગોળનું જ્ઞાન હતું તેવુંજ જ્ઞાન તે વખતે હિંદુસ્તાનમાં હતું. ત્યાર પછી યુરોપના વિદ્વાનોએ મથન કરી એ જ્ઞાન જેટલું ઉંચી સ્થિતિએ આણ્યું છે તેટલું ઉંચી સ્થિતિએ હિંદુઓનું ખગોળશાસ્ત્ર પહોચ્યું નથી. ફક્ત ત્યાર પછી જાણવા લાયક માત્ર જેપુરના મહારાજા સવાઈ જયસિંહ થઈ ગયા છે અને તેણે ખગોળશાસ્ત્ર સારૂ સારી મહેનત કરેલી જણાય છે. તે ઈ. સ. ૧૬૯૩ માં જેપુરનો રાજા હતો અને તેણેજ હાલનું જેપુર વસાવ્યું હતું. એણે જેપુર, દિલ્લી, ઉજ્જન, કાશી અને મથુરામાં વેધશાળા સ્થપાવી હતી. એણે મોટા શાસ્ત્રીઓ પાસે આઠ વર્ષ સુધી નિરીક્ષા કરાવી બે ગ્રંથ છપાવ્યા. એક ગ્રંથ "ઝિજમહમદ" તે અરબી ભાષામાં છે અને બીજો

"સિદ્ધાંત સમ્રાટ્" તે સંસ્કૃત ભાષામાં છે. પેહેલેા ગ્રંથ છપાયેા તે વખતે દિલ્લીની ગાદી પર મહમદશાહ નામનેા પાદશાહ હતેા તેથી તેના માન ખાતર તેણે પહેલા ગ્રંથનું નામ ઝિજમહમદ રાખ્યું છે. એણે જેટલી મહેનત કરી તેનેા પુરેપુરેા લાભ હિંદુ લેાકેાએ લીધેાજ નથી. જેપુરના હાલના મહારાજા કેળવણી અને વિદ્યાના કામમાં ઘણેા ઉત્સાહી ભાગ લે છે. એમણે જેપુરની વેધશાળા ઈ. સ. ૧૯૦૨ માં સમરાવી છે એટલુંજ નહિ પણ દિલ્લીની વેધશાળા સમરાવવાનું કામ શરૂ કરાવ્યું છે અને કાશીની વેધશાળા જેને કેટલાકેા ભૂલથી માન મંદિર કહે છે તેને સમરાવવાનેા ખરચ મંજુર કર્યો છે. એની શેાધેા પ્રમાણે પંચાંગ પણ શુદ્ધ કરવામાં આવ્યું નથી. વર્ષમાન પણ પૂર્વે જે ચાલતું હતું તેજ ચાલે છે. મેાટી દીલગીરીની વાત એ છે કે ખુદ રજપુત સંસ્થાનમાં પણ એના ગ્રંથેાનેા જોઈએ તેવેા ઉપયેાગ થતેા નથી. આ ઉપરથી આપણી કેવી સ્થિતિ થઈ ગઈ તેનેા ખ્યાલ કેાઈને પણ આવશે. આપણે મહેનત કરી નવું શેાધતા નથી અને જે જુનું સારૂં છે તેનેા ઉપયેાગ પણ કરતા નથી.

મીસર દેશના, બાબીલેાનના, ખાલ્ડીઆના અને ચીનના લેાકેાને ખગેાળનું જ્ઞાન સારૂં હતું. ચીનમાં હી અને હેા નામના બે ખગેાળશાસ્ત્રી હતા. તેમની ફરજ એ હતી કે ગ્રહણ ક્યારે થવાનું છે તે શેાધી કાઢવું અને લેાકેાને તેની ખબર આપવી. પણ તેઓ એવી મેાજશેાખમાં પડયા કે એક વખત તેઓ પેાતાની ફરજ ભૂલી ગયા ને તેથી એમ બન્યું કે ગ્રહણ થયું અને લેાકેાને તેની આગમચથી ખબર મળી નહેાતી. ચીના લેાકેા ગ્રહણ વખતે કેટલીક ક્રિયાઓ કરતા તે ક્રિયા કરવાનેા તેમને વખત ન મળ્યેા તેથી લેાકેાએ જાણ્યું કે ઈશ્વરનેા કેાપ દૂર કરવાને પેલા બન્ને ખગેાળ શાસ્ત્રીને મારી નાંખવામાં આવ્યા હતા. આ બીના ઈ. સ. પૂર્વે આશરે ૨૨૨૫ વર્ષ પર બની છે એવું ગ્રંથેા પરથી સાબીત થાય છે, તેા આ વખતે ચીનમાં ખગેાળનું સારૂં જ્ઞાન હેાવું જોઈએ. આપણામાં એમ વહેમ છે કે જેમ પાપેા વધારે થાય છે તેમ ગ્રહણેા વધારે થાય છે. આ વહેમ તદ્દનજ પાયા વિનાનેા છે. પાપ થાય કે ન થાય પણ અમુક વખતે જે ગ્રહણ થવાનું

તે થાય છેજ. આજથી એક હજાર વર્ષ સુધી કયારે અને કયે વખતે ગ્રહણ થશે તેનો નિર્ણય આજે આપણે બેઠાં બેઠાં કરીએ. એ ગણત્રી કરતાં પુણ્ય કે પાપનાં કંઈ પણ આંકડા લેવા પડતા નથી. જે તારીખે ગ્રહણ થાય ત્યાર પછી ૬૫૮૫ દિવસ ૭ ક. અને ૫૨ મિનિટે તેનું તેજ ગ્રહણ થવું જોઈએ. એટલે ૧૮ વર્ષ અને ૧૦ અથવા ૧૧ દિવસ પછી ગ્રહણ થાય છેજ. ૧૦ અથવા ૧૧ દિવસ લખ્યું છે તેનું કારણ એજ કે જો ચાર વખત તે અરસામાં ફેબ્રુઆરીના ૨૯ દિવસ આવેલા હોય તો ૧૦ દિવસ અને ૫ વખત ફેબ્રુઆરીના ૨૯ દિવસ આવેલા હોય તો ૧૧ દિવસ લેવા પડે છે. ઈ. સ. ૧૮૪૨ ના જુલાઈ મહિનાની આઠમી તારીખે ૧૦ ક. ૮ મીનીટે સવારે ગ્રહણ થયલું ત્યાર પછી બીજું તેવુંજ ગ્રહણ ૧૮૬૦ ના જુલાઈની ૧૮ મી તારીખે ૯ કલાકે સવારે થયું હતું. તેવુંજ ત્રીજું ગ્રહણ ૧૮૭૮ ના જુલાઈની ૨૯ મી તારીખે બપોરના ૪ કલાકે થયું હતું અને એજ ગ્રહણ પાછું ૧૮૯૬ ના ઑાગસ્ટ માસની નવમી તારીખે થયું હતું અને એવુંજ બીજું ૧૯૧૧ ના ઑાગસ્ટની ૨૭ તારીખે થશે. હવે એક બીજા કારણને લીધે વખતમાં અને જગ્યામાં ફેર પડે છે. પહેલું સૂર્યગ્રહણ યૂરોપમાં દેખાયું હતું, બીજું અમેરિકા અને સ્પેનમાં દેખાયું હતું, ત્રીજું કોલોરેડો અને પેસિફિકના કિનારા પર દેખાયું હતું.

ખંતી લોકો કેવી રીતે શીખે છે તેનો નમુનો મુસલમાનો છે. મુસલમાનોએ હિંદુસ્તાનમાં રાજ્ય સ્થાપ્યા પછી હિંદુ ગ્રંથોનો અભ્યાસ કર્યો હતો અને તેનાં અરબી ભાષામાં તરજુમા કર્યા હતા. અબુ અલ રેહાન મુહમ્મદ બિન અહમદ અલબેરૂણી નામનો મુસલમાન ખીવામાં ઈ. સ. ૯૭૩ માં જનમ્યો હતો અને તે સંસ્થાનમાં મંત્રી હતો. મહમદ ઘીઝનવીએ જ્યારે ખીવા કબજે કર્યું તે વખતે એણે બેરૂણીને પકડયો હતો અને હિંદુસ્તાનમાં નજર કેદ રાખ્યો હતો. એ આદમી ઈ. સ. ૧૦૧૭ થી ૧૦૩૧ સુધી હિંદુસ્તાનમાં હતો તે વખતે એણે સંસ્કૃત ભાષાનો અભ્યાસ કરી, અનેક ગ્રંથો વાંચી ઈ. સ. ૧૦૩૧–૩૨ ને સુમારે એણે ઇંડિકા નામનો ગ્રંથ અરબી ભાષામાં લખ્યો અને તેની અંદર એણે હિંદુસ્તાનના દરેક

શાસ્ત્રનું વર્ણન આપેલું છે. ઈંડીકા ગ્રંથનું અંગ્રેજી ભાષાંતર પ્રોફેસર એડવર્ડ સી સાચો (બર્લીનનો) એ કરેલું છે. એના ગ્રંથ પરથી જણાય છે કે આરબ લોક જ્યોતિષશાસ્ત્ર પણ હિંદુ જ્યોતિઃશાસ્ત્રી પાસે શીખ્યા છે. એણે એ ગ્રંથમાં હિંદુ જ્યોતિઃશાસ્ત્રના ગ્રંથોનું વર્ણન તથા જ્યોતિઃશાસ્ત્રીનાં જીવન વૃત્તાંત આપેલાં છે.

હવે યુરોપખંડમાં ખગોળનું જ્ઞાન કેવી તરેહનું હતું તે વિષે વિચાર કરીશું. ગ્રીસ દેશની અંદર પહેલો જે ખગોળશાસ્ત્રી થઈ ગયો તે પાઇથાગોરસ હતો (ઇ. સ. પૂર્વે ૫૭૦ થી ૬૦૪). જેવી રીતે અજ્ઞાની માણસને લાગે છે કે આકાશમાં તારા, ગ્રહ વગેરે જડેલા છે તેવી રીતનો અભિપ્રાય એ જાહેરમાં આપતો અને પોતાના શિષ્યને શિખવતો પણ તેમજ. પણ ખાનગી રીતે તે જાણતો હતો કે પૃથ્વી અને ગ્રહો સૂર્યની આસપાસ ફરે છે, પણ તે જાહેરમાં લોકો કબુલ કરે એવી રીતે કેમ સમજાવવું તેની તેને ગમ પડતી નહોતી. એની પછી જે મોટો ખગોળશાસ્ત્રી થયો તે હીપારકસ (ઈ. સ. ની પૂર્વેની બીજી સદી.) હતો. તેણે જાહેર કર્યું કે પૃથ્વી સ્થિર છે અને તેની આજુબાજુ સૂર્ય અને ગ્રહો ફરે છે. એ વિચાર જો કે હીપારકસનો હતો તોપણ ટોલેમીનો છે એવું લોક પ્રસિદ્ધ છે. એણે જાહેર કર્યું કે ચંદ્ર, પછી બુધ, પછી શુક્ર, પછી સૂર્ય, પછી મંગળ, પછી બૃહસ્પતિ, પછી શનિ એ અનુક્રમે ગ્રહો પૃથ્વીની આજુબાજુ ફરે છે. આ વિચાર ઈ. સ. ની ૧૫ મી સદી સુધી લોકોએ માન્ય રાખ્યો હતો. જો કોઈ આની વિરૂદ્ધ બોલતું તે ધર્મભ્રષ્ટ છે એમ ગણી તેને સજા કરવામાં આવતી. ઈ. સ. ની ૧૬ મી સદીમાં કોપરનિકસ નામના ખગોળવેત્તાએ જાહેર કર્યું કે ટોલેમીનો મત ખોટો છે. ખરો મત એ છે કે પૃથ્વી અને બીજા બધા ગ્રહો સૂર્યની આજુબાજુ ફરે છે. જે ગ્રંથની અંદર આ મત એણે પ્રગટ કર્યો તે ગ્રંથ એના જીવતાં પ્રગટ થયો નહોતો. એની પછી ટાઈકો બ્રાહી નામનો એક ખગોળશાસ્ત્રી નીકળ્યો. એ આદમી જ્યારે આકાશની નિરીક્ષા કરતો ત્યારે હંમેશા પોતાનાં સારાં કપડાં પહેરી નિરીક્ષા કરતો અને કહેતો કે આવા દીપ્યમાન આકાશી પદાર્થોની

આગળ હલકાં લુગડામાં જવું એ તોછડાઈ છે. એણે પોતાનો નવો મત ચલાવ્યો. એણે કહ્યું કે પૃથ્વી સ્થિર છે અને ચંદ્ર સૂર્ય બંને પૃથ્વીની આજુબાજુ ફરે છે. બાકીના બીજા ગ્રહો સૂર્યની આસપાસ ફરે છે. કોપરનિકસનો મત સિદ્ધ કરવાને જે જે મુશ્કેલીઓ નડતી હતી તે તે મુશ્કેલીઓ કેપ્લર અને ન્યુટને દૂર કરી અને કોપરનિકસનો મત એજ આજે સર્વમાન્ય છે. આ પ્રમાણે જ્યારે હિંદુસ્તાનમાં ભાસ્કરાચાર્ય પછી એટલે ઈ. સ. ની ૧૨ મી સદી પછી ખગોળશાસ્ત્ર પર કોઇએ લક્ષ આપ્યું નહિ ત્યારે યુરોપખંડમાં તો તે શાસ્ત્રનો ખરો અભ્યાસ કોપરનિકસ પછી થવા લાગ્યો અને આજે એ શાસ્ત્રમાં એ લોકો ઘણાજ નિપુણ છે. અચાનક રીતે નવી બાબત જોઈને ઘણા માણસો શોધ કરે છે પણ એ લોકોએ ગણિતશાસ્ત્રની મદદ વડે કોઇએ ન જોયેલો અને ન ધારેલો ગ્રહ અમુક વખતે અમુક દિશામાં દૂરબીન મૂકશો તો જોવામાં આવશે (અને તે જોવામાં આવ્યો) એ કહેવાને શક્તિવાન થયા છે. એ લોકોએ જે પોતાનું પંચાંગ સુધાર્યું છે તે ઈ. સ. ૧૫૮૨ માં અને આપણું પંચાંગ તો જેમ હતું તેમનું તેમજ છે. ખરી રીતે મકરસંક્રાંતિ ૨૧ મી ડિસેંબરે થાય છે પણ આપણે ૧૩ મી અથવા ૧૪ મી જાનેવારીએ માનીએ છીએ. ગ્રીસ દેશમાં ખગોળ શાસ્ત્રનાં જે બીજ જોવામાં આવે છે તે ખાલ્ડિયન દેશનાં છે. એ ખાલ્ડિયન દેશ યુફ્રેતીસ અને તેગ્રીસ નદીઓની મધ્યમાં આવેલો હતો. ખ્રિસ્તી સન પહેલાં ૪૦૦૦ વર્ષ ઉપર એ દેશ સુધરેલો હતો. તેના ઉપરથીજ હીબ્રુ અને આરબી સુધારણા થઈ છે. બાબીલોનીઆ જે એક વખત વિદ્યા માટે પ્રખ્યાત હતો તે પણ ખાલ્ડિયાને લીધેજ પ્રસિદ્ધ થયો હતો. એ દેશોનાં બીજ ગ્રીસ દેશમાં આવ્યાં. તેથી ગ્રીસ દેશ વિદ્યા તથા વિદ્વાનોને માટે પ્રખ્યાત થયો. ખાલ્ડિઅન લોકો જ્યોતિઃશાસ્ત્રજ્ઞ હતા. એ લોકોએ ગ્રહોની ગતિ જોઈ લખી રાખી હતી એ તેમના ભાગી આવેલા લેખફલકપરથી માલમ પડે છે. ખગોળનું આવું ટુંક વિવેચન કરી જે ગ્રહ ઉપર આપણે રહીએ છીએ તેનું વિવેચન કરીશું.

ખગોળ વિદ્યા.

पृथ्वी.

प्रकरण पहेलुं.

આપણે પૃથ્વી પર રહીએ છીએ અને પૃથ્વી પરના દેશો, તેની ઉપજ નીપજ, તે દેશોની રાજ્યપદ્ધતિ વગેરે આપણે ભૂગોળ પરથી જાણીએ છીએ પણ પૃથ્વીનો આકાર કેવો છે, તે ફરે છે કે નહિ, ફરે છે તો કેવી રીતે, વગેરે વિષયનું જ્ઞાન ખગોળવિદ્યાથી થાય છે માટે આપણે હવે તે વિષે વિચાર કરીશું.

पृथ्वीनो आकारः–

આપણે મેદાનમાં ઉભા રહીએ છીએ ત્યારે માત્ર અમુક હદ સુધી આપણે જોઇ શકીએ છીએ. ચારે બાજુએ આપણને આકાશ પૃથ્વીને અડકેલું લાગે છે. આપણી જોવાની હદ જે ગોળ દેખાય છે તે દૃષ્ટિમર્યાદા કહેવાય છે એ દૃષ્ટિમર્યાદાની બહાર આપણે જોઇ શકતા નથી; અને એ દૃષ્ટિમર્યાદાની અંદર પણ ઝાડો, ટેકરાઓ વગેરે આવી જાય છે એટલે પૃથ્વીનો આકાર કેવો છે તે આપણાથી જોઇ શકાતું નથી. પૃથ્વીનો આકાર નક્કી કરવાનું સાધન દરીઆની સપાટી સિવાય બીજું કાંઇ નથી કેમકે તેના પર નથી ઝાડો કે નથી ટેકરા, અને દુરબીનની મદદથી લાંબે સુધી જોઇ પણ શકાશે.

व.ाण.

મુંબઈ જેવા બંદરના કિનારા પર આપણે ઉભા રહીને દૂર નજર નાખીશું અને જો કોઇ વહાણુ આપણી તરફ આવતું હશે તો પહેલાં આપણે તેના સઢની ટોચ જોઈશું. જેમ જેમ તે પાસે આવતું જાય છે તેમ તેમ સઢનો વચલો ભાગ અને જેમ વધારે નજદીક આવે છે તેમ આખું

વહાણુ આપણી નજરે પડે છે. જ્યારે તે કિનારા નજદીક આવે છે ત્યારે તો તે ઘણુંજ મોટું દેખાય છે. હવે જો કોઇ વહાણુ દરીઆ કિનારેથી નીકળી દૂર જતું હોય તો તે પ્રથમ નાનું થતું દેખાય છે. પછી તેનો નીચેનો ભાગ દેખાતો બંધ થાય છે, પછી વચલો ભાગ અને છેલ્લે ટોચ દેખાતી બંધ થાય છે. વહાણુ મોટું કે નાનું દેખાય છે તેનું કારણુ તો અંતરજ છે. પણ અમુક ભાગ દેખાય અને અમુક ભાગ ન દેખાય તેનું કારણુ પૃથ્વીનો ગોળાકાર છે, અમુક લાકડાના ગોળા પર કાગળની હોડી ફેરવીશું તો આ વાત સહેજ માલમ પડી આવશે. માટે પૃથ્વીનો આકાર ગોળ હોવો જોઈએ. જો દરીઆની સપાટી ગોળ ન હોત અને ચપટી હોત તો આપણે આખુંજ વહાણુ જોયા કરત, અગર જો કે અંતરને લીધે આપણુને નાનું અને નાનું દેખાત. પણુ જ્યારે તે નાનું ને નાનું દેખાતું નથી પણુ ઉલટું તેનો અમુક ભાગ દેખાતો બંધ થઇ જાય છે તો આપણે કહેવુંજ જોઈએ કે પૃથ્વી ગોળ છે.



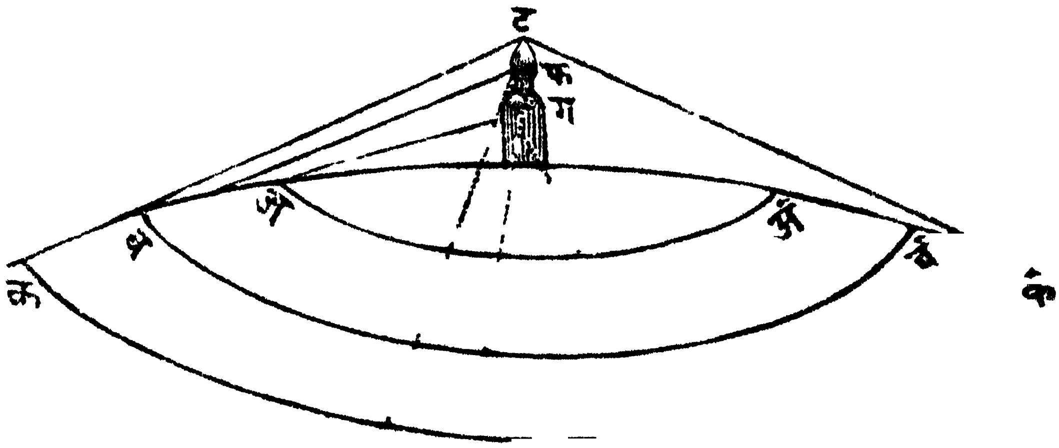
આકૃતિ ૧.

કેવી રીતે વહાણો દેખાય છે.

દૃષ્ટિમર્યાદા.

આપણી દૃષ્ટિમર્યાદા આપણે ગમે ત્યાં ઉભા રહીએ તો ગોળજ લાગે છે. જો પૃથ્વી ગોળ હોય તોજ આવો દેખાવ નજરે પડે છે. આપણે ગોળ લીંબુ લઈ ગમે તેમ કાપીશું તો તેની સપાટી ગોળજ ઉતરશે, પણુ જો કોઈ નળાકાર પદાર્થ લઈશું તો અમુક દિશામાંજ કાપવાથી તેની

સપાટી ગોળ નીકળશે. વળી જેમ જેમ આપણે ઉંચેને ઉંચે જતા જઈએ છીએ તેમ તેમ આપણી દૃષ્ટિમર્યાદા મોટીને મોટી થતી જાય છે, અને જે ચીજો પહેલાં આપણી દૃષ્ટિમર્યાદાની નીચે હતી તે દેખાવી શરૂ થશે. નીચેની આકૃતિ પરથી સહેજ માલમ પડશે. **ग** ઉંચાઈએ આપણી દૃષ્ટિમર્યાદા **अअ** છે, **क** ઉંચાઈએ તે **बब** છે અને **ट** ઉંચાઈએ તે **कक** છે.



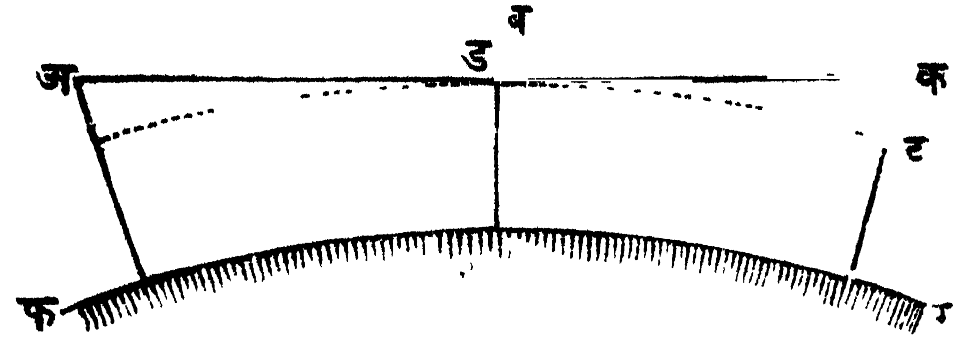
આકૃતિ ૨.

દૃષ્ટિમર્યાદાનું વધવું.

त्रण लाकडीनो प्रयोग.

મિ. વોલેસ નામના આદમીએ પ્રત્યક્ષ પ્રયોગ કરી પૃથ્વી ગોળ છે એમ સિદ્ધ કરી બતાવી આપ્યું છે. પાણીની સપાટી એક સરખી રહે છે. એમાં કોઈપણ પ્રકારે ટેકરા હોતા નથી. તમે પાણીને ગમે તેમે તેટલું હલાવશો તો પણ થોડો વખત રહી તેની સપાટી એક સરખી થઈ જશે. મિ. વોલેસે સરખી ઉચાઈની (૧૩ ફૂટ ૮ ઈંચ) લાંબી ત્રણ લાકડીઓ સરખે અંતરે (ત્રણ ત્રણ માઈલ) મૂકી. નીચેની આકૃતિમાં **अ**, **ब**, અને **क** આ ત્રણ સરખી લાકડીઓ છે. હવે જો **अ** તરફથી દુરબીન મૂકીનેજોઈએ તો માલમ પડશે કે જ્યારે **अ** અને **क** બિંદુ એક સીધી લીટીમાં નજરે પડે છે ત્યારે **ब** બિંદુ એ બેથી ઉંચું દેખાય છે, અને જ્યારે **अ** ને **ब** બિંદુ સીધી લીટીમાં દેખાય છે ત્યારે **क** બિંદુ નીચે દેખાય છે. આ દેખાવનું કારણ પૃથ્વીનો ગોળ આકાર છે. જો ગોળ આકાર ન હોત તો ત્રણે બિંદુઓ એક સીધી લીટી-

માંજ દેખાત. આજ કારણને લીધે નહેરો ખોદતી વખતે વચલા ભાગમાં જોઈએ તે કરતાં વધારે ઊંડાણ ખોદવામાં આવે છે.



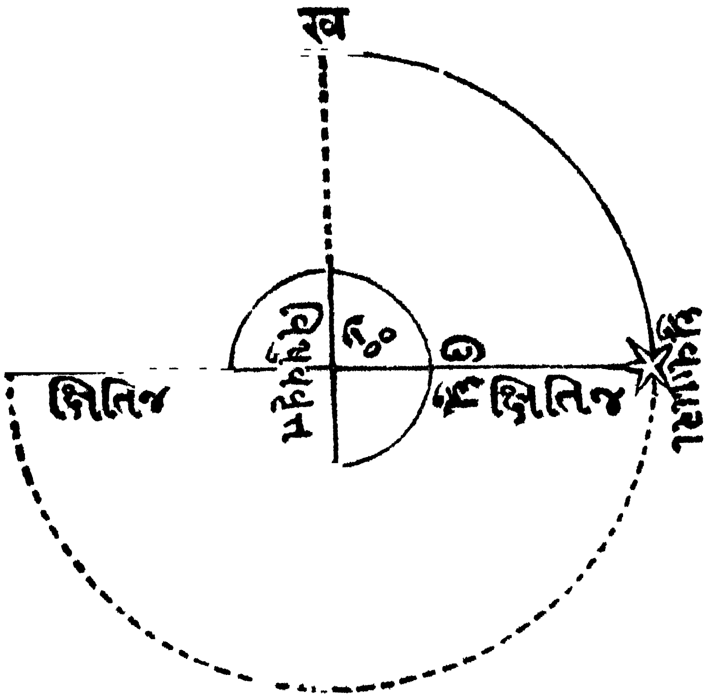
આકૃતિ ત્રીજી.

ત્રણ લાકડીનો પ્રયોગ

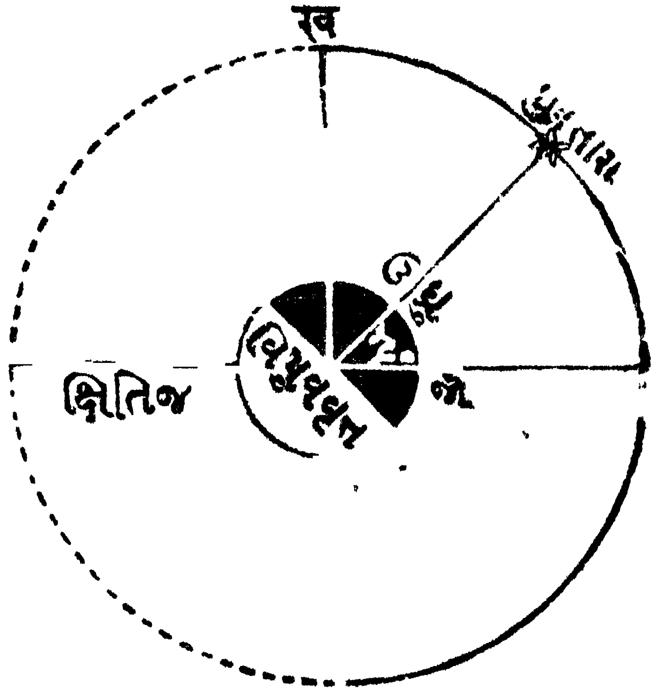
ध्रुवनो तारोः–

જો પૃથ્વી સપાટ હોત તો ધ્રુવનો તારો પૃથ્વી પરના દરેક ભાગ પરથી એક સરખી ઊંચાઈએ દેખાત. પણ આપણે જો વિષુવવૃત્ત પરથી તેને જોઈએ તો તે દૃષ્ટિમર્યાદા પર (આકૃતિ ચોથી) દીસે છે, અને ત્યાંથી જેમ જેમ ઉત્તરમાં જઈએ તેમ તેમ તે ઉંચો ને ઉંચો દેખાતો જાય છે. ૪૫° ઉત્તર અક્ષાંશ પર તે તારો દૃષ્ટિ મર્યાદાથી ૪૫° અંશ ઉંચો (આકૃતિ પાંચમી) માલમ પડે છે અને છેક ધ્રુવ પર તે બરાબર માથા પર (આકૃતિ છઠ્ઠી) આવી રહે છે. એ ધ્રુવનો તારો અચળ છે એટલે તે બીજા તારાઓની માફક ઉગતો ને આથમતો નથી. એ ધ્રુવનો તારો બરાબર આકાશી ધ્રુવ પર છે તેમ નથી પણ ખરા ધ્રુવથી તે છેટો છે. જ્યારે કોઈ પણ ગોળ પદાર્થ પોતાની ધરી પર ફરે છે ત્યારે જે બિંદુ સ્થિર રહે છે તે બિંદુ ધ્રુવ કહેવાય છે. ઉત્તર તરફનું બિંદુ તે ઉત્તરધ્રુવ અને દક્ષિણ તરફનું બિંદુ તે દક્ષિણધ્રુવ. **પૃથ્વી ગોળ છે એ સિદ્ધ વાત છે** અને આગળ એમ પણ સાબીત કરવામાં આવશે કે તે પોતાની ધરી પર ફરે છે. પૃથ્વી પર એવાં બે સ્થિર બિંદુ છે અને તેમાંનું ઉત્તર તરફનું બિંદુ તે ઉત્તર ધ્રુવ અને દક્ષિણ તરફનું બિંદુ તે દક્ષિણ ધ્રુવ. એ ઉત્તર ધ્રુવથી ધરીની દિશામાં જો એક સીધી લીટી આકાશમાં લઈ જઈએ અને

જે બિંદુમાં તે આકાશને છેદે છે તે બિંદુ આકાશી ધ્રુવ કહેવાય છે. ઉનાળાની અંદર સપ્તરૂષિનું નક્ષત્ર આકાશમાં ઉંચે સાંઝે નજર કરતાં સહેજ માલમ પડી આવે છે. તેમાંના ચાર તારા એક સમાંતર બાજુ ચોખૂણ આકૃતિમાં આવેલા છે અને બીજા ત્રણ સામસામેના ખુણાને જોડનારી સીધી લીટીમાં આવેલા છે. અંગ્રેજીમાં એ નક્ષત્રને "ગ્રેટબેર" (મોટું રીંછ.) કહે છે, કારણ કે કલ્પના જ્યારે દોડાવીએ છીએ ત્યારે એ પાછલા ત્રણ તારા પૂંછડીનું કામ અને ચાર તારા રીંછના શરીરનું કામ કરતા લાગે છે. એ ચોખૂણમાં એ આગલા તારાને "પોઇન્ટર" (બતાવનારા) કહે છે. એ બે આગલા તારામાં થઈને એક સીધી લીટી શુદ્ધ ઉત્તર તરફ દોરીશું તો તે ધ્રુવના તારાને જઈને મળશે. જેવો ઉત્તરમાં ધ્રુવ બતાવવાને માટે આ એક તારો છે તેવો દક્ષિણ ધ્રુવ બતાવવાને દક્ષિણમાં એકે તારો નથી. જ્યારે ઉત્તર ધ્રુવનો તારો નીચો ઉચો દેખાય છે ત્યારે પૃથ્વી ગોળ હોવીજ જોઇએ કારણ કે નહીં તો તે તારાનું સ્થાન બદલાયલું દેખાયજ નહીં.



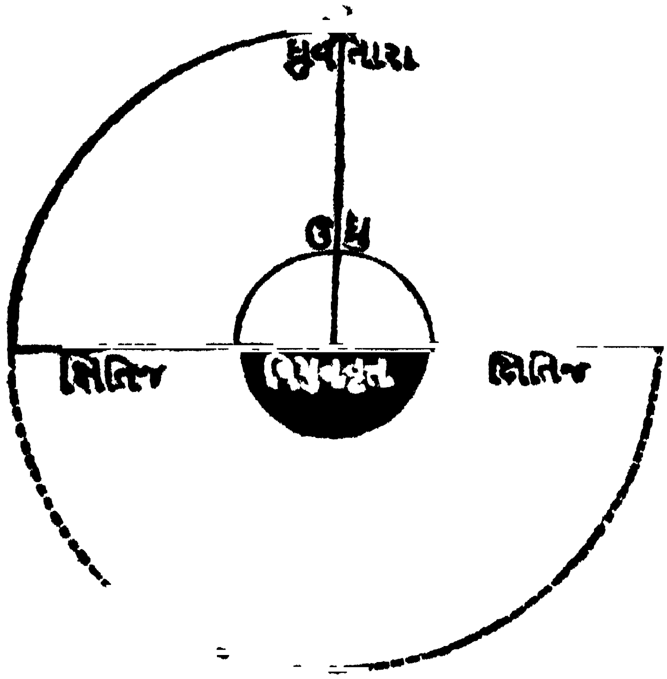
આકૃતિ ચોથી.



આકૃતિ પાંચમી.

ધ્રુવના તારાની વિષુવવૃત્ત પર ઉંચાઇ.

ધ્રુવના તારાની ૪૫° ઉત્તર અક્ષાંશ પર ઉંચાઈ.



આકૃતિ છઠ્ઠી.

ધ્રુવના તારાની ધ્રુવ ઉપર ઉંચાઇ.

ચંદ્રગ્રહણ—ચંદ્રગ્રહણ વખતે પૃથ્વીનો પડછાયો જે ચંદ્ર પર પડે છે તે ગોળ હોય છે. માત્ર ગોળ પદાર્થજ ગોળ પડછાયો નાંખી શકે અને જ્યારે પૃથ્વીનો પડછાયો ગોળ છે ત્યારે પૃથ્વી ગોળ હોવી જોઈએ.



આકૃતિ સાતમી.

ચંદ્રગ્રહણ વખતે પૃથ્વીનો પડછાયો.

सरखापणं.

સૂર્ય ગોળ છે, ચંદ્ર ગોળ છે, અને દુરબીન વતી જોઈએ છીએ તો ગ્રહો પણ ગોળ દેખાય છે. તો જ્યારે આવા ધન આકાશી પદાર્થો ગોળ છે તો પૃથ્વી જે ધન અને આકાશી પદાર્થોમાંનો એક છે તે પણ ગોળ હોવી જોઈએજ.

पृथ्वी प्रदक्षिणा.

ડ્રેક, હૉકીન્સ, કુક અને બીજા ખલાસીઓ એકની એક દિશામાં જઈ જ્યાંથી નીકળેલા ત્યાં પાછા આવેલા છે. વળી એ લોકોએ જેમ જેમ ધ્રુવની પાસે મુસાફરી કરેલી તેમ તેમ એ લોકોનો માર્ગ ટુંકોને ટુંકો થતો ગયલો. તે પરથી એમ સિદ્ધ થઇ શકે કે પૃથ્વી ગોળ છે કારણ કે ગોળ હોય તોજ એક જગ્યાએથી નીકળી તેની તેજ જગ્યાએ આવી શકાય અને ધ્રુવની પડોશમાં ધીમેધીમે મુસાફરી ટુંકી થાય.

दहाडो ने रात्री.

જો પૃથ્વી સપાટ હોય તો સૂર્યનો ઉદય એકી વખતે આખી પૃથ્વી પર થવો જોઇએ, એકી વખતે મધ્યાન્હ થવો જોઇએ અને એકી વખતે રાત્રી પડવી જોઇએ. પણ કઇ તેમ થતું નથી. ફક્ત ટુંકી જગ્યા મદ્રાસ અને મુંબઈ વચ્ચેજ સૂર્યના ઉદયના વખતમાં ફેર પડે છે. મદ્રાસમાં મુંબઇ કરતાં સૂર્ય અડધો કલાક વહેલો ઉગે છે. ઉનાળામાં અમદાવાદમાં જ્યારે મધરાત થઇ હશે ત્યારે ઇંગ્લાંડમાં સાંઝના સાત વાગ્યા હશે, અને તે વખત ત્યાં સૂર્ય આથમ્યો પણ નહિ હોય. ઇંગ્લંડમાં ઉનાળામાં સૂર્ય લગભગ આઠ વાગે આથમે છે. જ્યારે આ પ્રમાણે સૂર્યોદય કે સૂર્યાસ્ત એકી વખતે થતો નથી તો પૃથ્વી સપાટ હોવી ન જોઇએ અને તે ગોળજ હોવી જોઇએ.

पृथ्वीनो शुद्ध आकार.

પૃથ્વી આપણે ગોળ સિદ્ધ કરી તેવી બરાબર ગોળ નથી. જેવી રીતે માટલાનું પેટું ફુલેલું હોય છે અને મોં પરનો ભાગ ચપટો હોય છે તેવી રીતે પૃથ્વીનો મધ્ય ભાગ ફુલેલો છે અને મોં પરનો (ધ્રુવ પરનો) ભાગ ચપટો છે.

રબરના પોચા દડાને ઉપરથી અને નીચેથી દબાવીશું તો તેનો વચલો ભાગ ફુલેલો અને જ્યાં આગળથી દબાવીએ ત્યાં આગળનો ભાગ ચપટો દેખાશે. એજ પ્રમાણે આપણી પૃથ્વીનો આકાર સંપૂર્ણ ગોળ નથી પણ ચપટ ગોળ છે.

ગોળ પદાર્થ અથવા વર્તુલ એવું હોય છે કે જો તેના મધ્યબિંદુમાંથી સપાટી સુધી અથવા પરીધ સુધી લીટીઓ દોરીએ તો તે સરખી થાય છે. હવે જો પૃથ્વીના મધ્યબિંદુમાંથી લીટીઓ દોરીએ ને તે સરખી ન થાય તો પૃથ્વી બરાબર ગોળ નજ હોવી જોઈએ. એક પદાર્થ બીજા પદાર્થને અમુક બળથી ખેંચે છે, અને એ ખેંચવાની શક્તિને આપણે "ગુરૂત્વાકર્ષણ" કહીએ છીએ. પૃથ્વી દરેક પદાર્થને આ બળથી પોતાની તરફ ખેંચે છે. હવે જેટલે અંતરેથી એક પદાર્થને તે ખેંચે છે, તેથી બેવડે અંતરે તે પદાર્થને લઈ જઈએ તો આકર્ષણનું બળ પહેલા કરતાં અડધું થતું નથી, પણ $\frac{1}{4}$ થાય છે એવો ગુરૂત્વાકર્ષણનો નિયમ છે. એ ગુરૂત્વાકર્ષણના નિયમથી પૃથ્વીનો શુદ્ધ આકાર સિદ્ધ કરી શકાય છે. જો અમુક પદાર્થ વિષુવવૃત્ત પર જોખી એને પછી જેમ ઉત્તરમાં લઈ જઇશું તેમ તેમ તેને જોખતા જઉશું, તો માલમ પડશે કે વિષુવવૃત્ત પર તેનું વજન ઓછું થશે ને જેમ જેમ ઉત્તર તરફ જઇશું તેમ તેમ વધશે. ઉપલા નિયમ પ્રમાણે જ્યાં વજન ઓછું ત્યાં આકર્ષણ ઓછું અને જ્યાં આકર્ષણ ઓછું ત્યાં અંતર વધારે ને જ્યાં વજન વધારે ત્યાં અંતર ઓછું. એટલે પૃથ્વીના મધ્યબિંદુથી વિષુવવૃત્તની સપાટીનું અંતર પૃથ્વીના મધ્યબિંદુથી ધ્રુવ સુધીના અંતર કરતાં વધારે છે અને તેથી કરીનેજ પૃથ્વીનું પેટુ વિષુવવૃત્ત તરફ વધારે ફુલેલું છે. આવી આકૃતિને ગણિતશાસ્ત્રીઓ ચપટ ગોળક કહે છે તેથી આપણે પણ કહીશું કે પૃથ્વી ગોળ નથી પણ ચપટ છે.

જ્યારે ગોળ પદાર્થ એક સીધી લીટી યાતો સળીઆ પર ફરે છે ત્યારે તે સળીઆને ધરી કહે છે. પૃથ્વી પોતાની જે ધરી પર ફરે છે તે ધરી કંઈ સળીઓ નથી, પણ ફક્ત કાલ્પનિક લીટી છે. જો કોઈ પણ પદાર્થ પોતાની ધરી પર ફરતો હોય તો તે બરાબર ગોળ રહી શકેજ નહિ ને ધીમે ધીમે ચપટ ગોળક થાય છે. પૃથ્વીના મધ્યબિંદુ આગળ તેનું દ્રવ્ય

નરમ—વાયુરૂપી હોવાં જોઈએ એવું વિદ્વાનો માને છે. એવી પૃથ્વી જો પોતાની ધરી પર ફરે છે તો તેનો આકાર શુદ્ધ ગોળ તો નજ હોવો જોઈએ.

પૃથ્વીનું કદ.

જેમ આપણે ઉંચે જઈએ છીએ તેમ દૃષ્ટિમર્યાદા મોટી થતી જાય છે. કેટલે દૂર સુધી આપણે જોઈ શકીએ તે એક સાદા નિયમ પરથી માલમ પડે છે. જેટલી ઊંચાઈએથી આપણે જોઈએ, તે ઊંચાઇને ફૂટનું રૂપ આપવું અને તેમાં ઊંચાઈના અડધા ફૂટ ઉમેરવા ને જે સરવાલો આવે તેનું વર્ગમૂળ કાઢવું. જે જવાબ આવશે તેટલા માઇલના અંતર સુધી આપણે દરેક બાજુએ જોઈ શકીશું. સાધારણ રીતે માણસની ઊંચાઈ છ ફૂટ ગણીએ તો તે છ ફૂટમાં ત્રણ ફૂટ ઉમેરીએ તો નવ ફૂટ થાય, ને નવનું વર્ગમૂળ ત્રણ આવશે. માણસ સાધારણ રીતે વચ્ચે ટેકરા ટેકરી ન આવે તો લગભગ દરેક બાજુએ ત્રણ માઇલ સુધી જોઈ શકે છે.

દૃષ્ટિમર્યાદાનું જે અંતર આવે તેના ફૂટ કરવા. તેને દૃષ્ટિમર્યાદાના માઇલ વતી ગુણવા અને જે ગુણાકાર આવે તેને આપણી ઊંચાઇના અથવા તો પૃથ્વીની સપાટીથી જે ઉંચાઇએ જોતા હોઇએ તે ઉંચાઇના ફૂટ વતી ભાગવા એટલે જે જવાબ આવશે તે માઇલ લગભગ પૃથ્વીનો વ્યાસ થશે.

ત્રણ માઇલના ફૂટ ૧૫,૮૪૦ થાય છે. એણે ત્રણે ગુણીએ તો ૪૭,૫૨૦ થાય છે. તેમાં ઉંચાઇના છ ફૂટ લીધેલા તે વતી જો ભાગીએ તો ૭,૯૨૦ આવે છે. આ પ્રમાણે પૃથ્વીનો વ્યાસ લગભગ ૭,૯૨૦ માઇલ થાય છે. વ્યાસ પરથી પરીઘ, સપાટીનું ક્ષેત્રફળ, કદ વગેરે માપકરણની મદદથી સહેલાઇથી નીકળશે.

ગણિત શાસ્ત્ર વગેરેની મદદથી એ બાબતની જે ખોળ કરવામાં આવી છે તેના આંકડા નીચે પ્રમાણે છે.

એક ધ્રુવથી બીજા ધ્રુવ સુધીનો વ્યાસ ૭,૮૯૯·૧૭૦ માઇલ (એરી નામના ખગોળ શાસ્ત્રી પ્રમાણે) અને વિષુવવૃત્ત પરનો વ્યાસ ૭,૯૨૫·૬૪૮ (એરી) માઇલ છે, આ બે વચ્ચે ૨૬·૪૭૮ માઇલનો તફાવત છે ને તે પ્રમાણમાં વિષુવવૃત્ત વાળો ભાગ ઉપસેલો લાગે છે. આપણી સાદી ભાષામાં

એમ કહીશું તો ચાલશે કે ધ્રુવથી ધ્રુવ સુધીનો વ્યાસ ૩૬ ઇંચ હોય તો વિષુવવૃત ૫ ના વ્યાસનો અંતર ૩૬$\frac{1}{8}$ ઇંચિથાય છે.

આપણી નજરે પણ કદનો આશરો માલમ પડી આવશે. ચાર પાંચ વર્તુલ આપણે દોરીશું. એકનો વ્યાસ બે ફૂટ, બીજાનો આઠ ફૂટ અને ત્રીજાનો ૧૬ ફૂટ રાખીશું. એ દરેકના પરીઘ પર જો સરખો અંતર ચાલીશું તો માલમ પડશે કે જેમ વર્તુલ નાનું તેમ ઢોળાવ વધારે. પેલા ૧૬ ફૂટના વ્યાસના વર્તુલના પરીઘમાં તો આપણને સીધી લીટી લાગશે. જેમ જેમ વ્યાસ વધારતા જઈશું, તેમ તેમ થોડા અંતરમાં વાંક છે એમ આપણને લાગશે પણ નહિ. આ પ્રમાણે જ્યારે ગોળ વર્તુલના પરીઘમાં આપણને સીધી લીટી લાગે છે, ત્યારે તેનો વ્યાસ ઘણોજ મોટો હોવો જોઈએ. તે પ્રમાણે જ્યારે આપણે ઘણા માઇલિ સુધી આખું વહાણ જોઇ શકીએ છીએ ત્યારે આપણી પૃથ્વીનો વ્યાસ ઘણોજ મોટો હોવો જોઇએ.

पृथ्वीनो व्यास, क्षेत्रफळ अने कद.

પૃથ્વીનો સરાસરી વ્યાસ ૭,૯૧૭ માઇલિનો ધારવામાં આવે છે ને તે પરથી એનો પરીઘ ૨૪, ૮૮૨ માઇલિ, ક્ષેત્રફળ, ૧૯,૭૦,૦૦,૦૦૦ ચો. મા. અને કદ ૨,૬૦,૦૦,૦૦,૦૦૦ ઘન માઇલિ છે.

पृथ्वीनुं धरी पर फरवुं.

પૃથ્વી ફરે છે કે સ્થિર છે? કોઇપણ વસ્તુ ગતિમાં છે કે સ્થિર છે, તે માત્ર જ્યારે તેની જોડે સંબંધ ન રાખનારી વસ્તુ જોડે આપણે તેની સરખામણી કરીએ છીએ ત્યારેજ માલમ પડે છે. આગબોટની અંદર બેઠેલા આદમી જ્યારે બહાર જુવે છે ત્યારેજ તેમને ખબર પડે છે કે આગબોટ ચાલે છે. જે પ્રમાણે આગબોટની ચીજોની વચ્ચેના અંતરમાં કંઈ ફેરફાર થતો નથી તેમ જો આપણી પૃથ્વી ફરતી હોય તો તેની ઉપરની ચીજોના સ્થાનમાં કંઇ પણ ફેરફાર થવો ન જોઈએ. પૃથ્વી જો ફરતી હોય તો તે ઉપરનાં ઝાડ અને ઘર ફરતાં દેખાવાંજ જોઈએ એવું કંઇજ નથી.

પૃથ્વી ફરે છે કે નહિ તે નક્કી કરવા પૃથ્વીની જોડે સંબંધ ન રાખનારા આકાશી પદાર્થ તરફ નજર કરવી પડશે. જ્યારે આકાશ તરફ નજર

ફરીએ છીએ ત્યારે આપણને માલમ પડે છે કે સૂર્ય, ચંદ્ર, તારા વગેરે પૂર્વમાં ઉગે છે, પશ્ચિમમાં આથમે છે, અને વળી બીજે દિવસે પાછા પૂર્વમાં ઉગે છે. હવે કાં તો પૃથ્વી ફરતી હોય અને તેને લીધે આપણને એવો દેખાવ દેખાતો હોય અથવા તો આખું આકાશ પૂર્વથી પશ્ચિમ તરફ ફરતું હોય તેને લીધે એવો દેખાવ દેખાતો હોય. આપણે જો આ બીજો મત સ્વીકારીએ તો પરિણામ એ આવશે કે આ બધા આકાશી પદાર્થો ઘણી ઝડપથી પશ્ચિમ તરફ જતા હોવા જોઈએ. ચંદ્ર દર સેંકડે ૧૭ માઇલ ચાલવો જોઇએ. સૂર્ય જે પૃથ્વી કરતાં આશરે દસ લાખ ગણો મોટો છે તે દર સેંકડે ૬,૦૦૦ માઇલ ચાલવો જોઇએ. પાસેમાં પાસે જે તારો છે તે દર સેંકડે ૧, ૮૩,૫૦,૦૦,૦૦૦ માઇલ ચાલવો જોઇએ. દૂરના જે તારાઓ છે તેની ગતિ એટલી હોવી જોઇએ કે આપણાથી તેની કલ્પના પણ કરી શકાય નહિ. આટલી બધી ગતિ કોઇ પણ પદાર્થને હોય એમ માનીજ શકાતું નથી. વળી આટલા બધા આકાશી પદાર્થો ૨૪ કલાકમાં દરરોજ આગળ ગયા વગર અથવા પાછળ રહી ગયા વગરની પોતાની મુસાફરી કરી શકે એ માનવું પણ અશક્યજ છે. આ પ્રમાણે જો આકાશ ફરતુંજ નથી તો પૃથ્વી ફરવીજ જોઇએ. આપણી પૃથ્વી ફરે છે તે આપણને લાગતું નથી તેનું કારણ એ છે કે ફરવામાં એને કાંઈ પણ આંચકો લાગતો નથી.

કોઈ આદમી આગગાડીમાં ઉંઘી જાય છે અને ભર ઉંઘમાંથી જ્યારે તે જાગે છે ત્યારે તેને માલમ પડતું નથી કે ગાડી ચાલે છે. તે બારીની બહાર જુએ છે તો તેને માલમ પડે છે કે ઝાડો, ઘરો, ખેતરો વગેરે દોડી જાય છે. તે વખતે આગગાડી ચાલે છે કે આ બધાં ખેતરો, ઘરો વગેરે ચાલે છે તે વાતનો તેને સંકલ્પ વિકલ્પ થાય છે. એવામાં સ્ટેશન આવે છે, અને ગાડી ઉભી રહે છે. તે વખતે કોઈ રેલ્વેનો નોકર આવી સદરહુ શખશની ટિકિટ જોવા માગે છે. પણ ટિકિટ ખોવાઈ ગયેલી હોવાથી એને આગગાડીમાંથી ઉતારી મૂકવામાં આવે છે. થોડી વાર રહી આગગાડીની સીસોટી વાગે છે અને તે ઉપડી જાય છે, ત્યારે પેલા મનુષ્યના મનની ખાતરી થાય છે, કે હું જે ઘર, ખેતર વગેરે ગતિમાન જોતો હતો તે

ખોટુંજ હતું. ખરેખર વાસ્તવિક રીતે તો ગાડીજ ચાલતી હતી, અને તેને લીધેજ હું ઉપરનો દેખાવ જોતો હતો. આ પ્રમાણે આપણી પૃથ્વી ફરે છે અને તેને લીધે આપણે આકાશને પૂર્વથી પશ્ચિમ તરફ ફરતું જોઈએ છીએ. જેમ ઉપલા ઉતારૂને ગાડીમાંથી બહાર ઉતારી લીધો પછી તેણે જોયું કે ખેતર, ઘર વગેરે ચાલતાં નથી પણ ગાડીજ ચાલે છે તેમ જો કોઇ આપણુને આ પૃથ્વીરૂપી ગાડીમાંથી ઉતારી અન્ય સ્થળે ઉભા રાખે તો આપણુને સહજ સમજાય કે પૃથ્વી જાતેજ ફરે છે.

જ્યારે બે ગાડીઓ પ્લેટફોર્મ ઉપર સાથે ઉભી રહેલી હોય છે ત્યારે આપણે ઘણીવાર છેતરાઈએ છીએ. તે વખતે જે ગાડીમાં આપણે બેઠેલા હોઈએ તે ચાલતી હોય તો આપણુને સામી ગાડી ચાલતી માલમ પડે છે. એથી ઉલટું જ્યારે સામી ગાડી ચાલતી હોય છે ત્યારે આપણી ગાડી ચાલતી હોય એમ લાગે છે. તે વખતે સ્ટેશન પરની ચીજની જોડે આપણી ગાડીનો સંબંધ જોતાં માલમ પડી આવે છે કે કઈ ગાડી ચાલે છે.

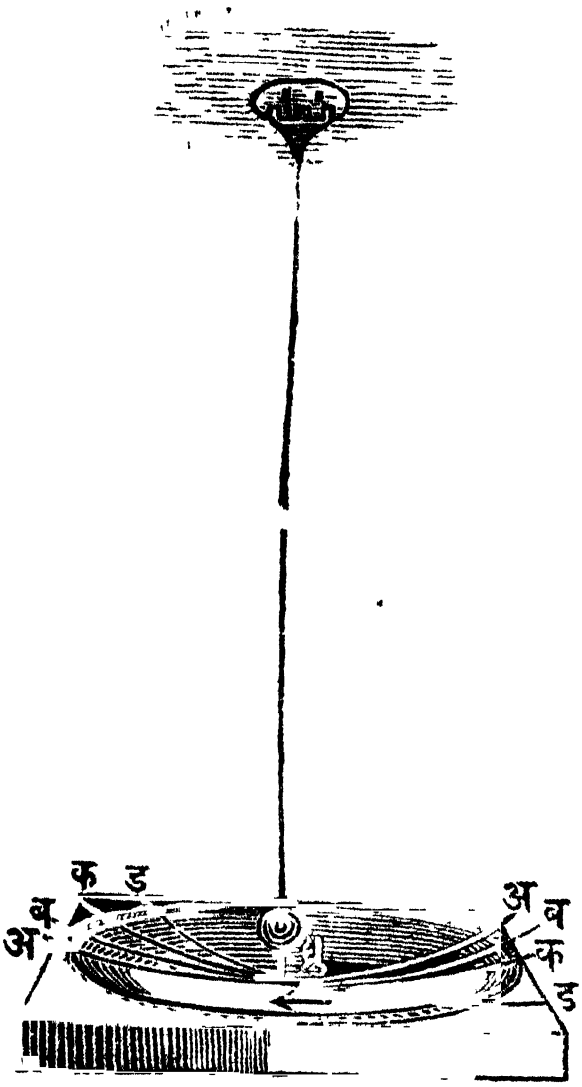
पेन्डयुलमनो प्रयोग.

લીઓન ફોકોલ્ટ નામના ફ્રેંચ તત્ત્વવેત્તાએ લોલક (પેંડયુલમ) ના પ્રયોગથી પૃથ્વી પોતાની ધરી પર ફરે છે એવું સિદ્ધ કરી આપ્યું છે (આકૃતિ આઠમી). ફોકોલ્ટના પેંડયુલમ પ્રયોગમાં બારીક તારને એક ભારે ગોળો લટકાવી તેને ઘડીઆળના લોલકની પેઠે ગતિ આપે છે. સને ૧૮૫૧ માં ફોકોલ્ટે જે પ્રથમ પ્રયોગ કર્યો તેમાં ૨૧૦ ફૂટ લાંબા લોઢાના પાતળા તારને છેડે પારિસ શહેરના પાન્થિઓન નામે દેવળના ઘૂમટના શિખરેથી ભારે તાંબાનો ગોળો લટકાવ્યો હતો, અને તેની હેઠળ મેજ મૂક્યો હતો. તે ઉપર રેતીનો થર એવો કર્યો હતો કે તે થરનો ઉપલો ભાગ તે ગોળા નીચે બેસેલી ઝીણી આર વડે દર ફેરે થોડોક કપાય. રેતીના કપાવાથી પેંડયુલમનો ફરવાનો માર્ગ જણાતો હતો.

એ રીતે રેતીમાં પડેલી નિશાનીઓ પરથી એવું દેખાયું કે તે ઇમારતના સંબંધમાં પેંડયુલમની હાલવાની ગતિ બદલાઈ. પરંતુ યંત્રશાસ્ત્રોનો નિયમ છે કે ગમે તેટલું ટાંગવાનું બિંદુ બદલાય પણ પેંડયુલમનો તો ફર-

વાનો માર્ગ બદલાતોજ નથી, અને જો તેનો માર્ગ બદલાતો નથી તો પૃથ્વી ફરે છે એમ આ પ્રયોગથી સિદ્ધ થઈ શકે છે.

ધ્રુવ ઉપર એવા પેંડયુલમનો પ્રયોગ કર્યો હોય તો તે ક. ૨૩-૫૬-૪માં એક વર્તુલ ફરી રહે છે. વિષુવવૃત્ત પર એ પ્રયોગ જોઇએ તેવો ફતેહમંદ નીવડતો નથી. લોલકને ગતિમાં મૂકયા પછી એને કોઇ પણ તરેહનો પવનનો સપાટો ન લાગવો જોઇએ અને જો બરાબર ૨૪ કલાક સુધી લોલક ફરે તો વર્તુળ થયા વગર રહેતુંજ નથી.



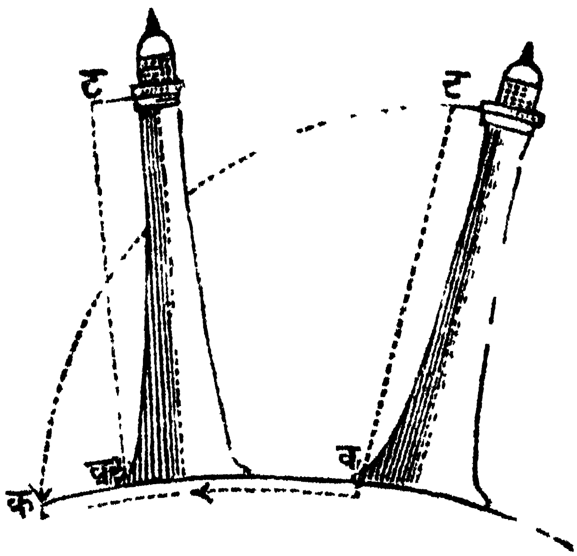
આકૃતિ આઠમી.

ફોકોલ્ટનો પેન્ડયુલમનો પ્રયોગ.

मिना । परथी पत्थ नो मयाग.

મિનારા ઉપરથી પત્થર નાંખવાથી પણ પૃથ્વી ફરે છે એમ સિદ્ધ કરી શકાય છે. ધારો કે એક બલૂન (વિમાન) આકાશમાં છે અને તેની બરાબર નીચે એક હોડી છે. (૧) જો બન્ને સ્થિર હોય તો ઉપરથી જે પત્થર નાંખવામાં આવશે તે નીચે હોડીમાંજ પડશે. (૨) જો ઉપરનું બલૂન અને નીચેની હોડી બરાબર સરખી ગતિમાં અને એકજ દિશામાં ચાલે તો ઉપરના બલૂનમાંથી નાંખેલો પત્થર નીચે હોડીમાંજ પડશે. (૩) જો બલૂનની ગતિ વધારે હોય ને નીચેની હોડીની ગતિ થોડી હોય તો પત્થર નીચેની હોડી કરતાં અગાડી પડશે, એમાં કાંઇ સંશય નથી. હવે જો મિનારાના મથાળા પરથી પત્થર પૃથ્વી પર નાંખીએ છીએ તો બરાબર સીધો પડવાને બદલે હમેશાં જરા પૂર્વ બાજુ તરફ પડે છે તો એ શું સિદ્ધ કરે છે ? (૧) જો મિનારાના મથાળાની અને પૃથ્વીની એક સરખી ગતિ અને એક દિશામાં હોય યા તો બન્ને ગતિ ન હોય, તો ઉપરથી નાંખેલો પત્થર બરાબર નીચે આવી પાડવો જોઇએ. પણ એમ પડતો નથી તેથી (૧) પૃથ્વી અને મિનારો સ્થિર પણ હોવો ન જોઇએ અને બંનેની ગતિ (૨) એક સરખી અને એક દિશામાં પણ હોવી ન જોઇએ. હવે ઉપલા દાખલામાં જ્યારે હોડી અને બલૂનની ગતિ એકજ દિશામાં પણ (૩) બલૂનની વધારે અને હોડીની ગતિ ઓછી હતી તેનેજ લીધે પત્થર હોડીથી અગાડી પડ્યો તેમજ મથાળાની ગતિ પૃથ્વીની ગતિ કરતાં વધારે હોય અને બંનેની ગતિ પશ્ચિમથી પૂર્વ હોય તોજ તે જરા પૂર્વ દિશામાં પડી શકે. હવે આપણે જાણીએ છીએ કે જો પૃથ્વીને ગતિ હોય તો મિનારાના મથાળાની ગતિ મિનારાના પાયાની એટલે પૃથ્વીની ગતિ કરતાં વધારે હોય છે. દાખલા તરીકે કુંચીના ઝુમખાને દોરી બાંધી એક છેડો હાથમાં રાખી ગોળ ચક્કરમાં ફેરવીએ છીએ ત્યારે આપણા આંગળા આગળની દોરીની જે ગતિ હોય છે તેના કરતાં કુંચીની ગતિ વધારે હોય છે; કારણ કે અમુક વખતમાં આંગળાં આગળની દોરીને જેટલી મુસાફરી કરવી પડે છે તેના કરતાં કુંચીને પાંચ છ ગણી મુસાફરી કરવી પડે છે અને આ પ્રમાણે

જ્યારે એકની મુસાફરી ટુંકી અને બીજાની મુસાફરી લાંબી તથા મુસાફરીને માટે જ્યારે વખત એક સરખોજ આપેલો હોય ત્યારે લાંબી મુસાફરીવાળાએ ઝડપથી ચાલવુંજ જોઈએ. એજ પ્રમાણે મિનારાના પાયા કરતાં મિનારાના શિખરનું અંતર પૃથ્વીના મધ્યબિંદુ કરતાં દૂર છે તેથી મિનારાના શિખરની મુસાફરી મિનારાના પાયા કરતાં વધારે લાંબી અને બંનેની મુસાફરીનો વખત એકજ, તેથી મિનારાના શિખરની ગતિ વધારે અને પાયાની ઓછી હોવીજ જોઈએ. ત્યારે સ્પષ્ટજ છે કે પત્થરના પૂર્વ બાજુમાં પડવાથી પૃથ્વીને ગતિ છેજ.



આકૃતિ નવમી.

મિનારા પરથી નાખેલા પત્થરનો દેખાવ.

પૃથ્વીનો આકાર ચપટ ગોળ છે તેજ બતાવી આપે છે કે પૃથ્વી પોતાની ધરી પર ફરતી હોવી જોઈએ. જો તે ધરી પર ફરતી ન હોત તો એવો આકાર થવા પામત નહિ.

આકાશની અંદર જે બધા ગ્રહો છે તે પણ ફરે છે, તો જે પૃથ્વી ગ્રહ છે તે ફરે તેમાં શી નવાઈ? પોતાની ધરી ઉપર ન ફરે તો ઇશ્વરી નિયમ ટૂટે.

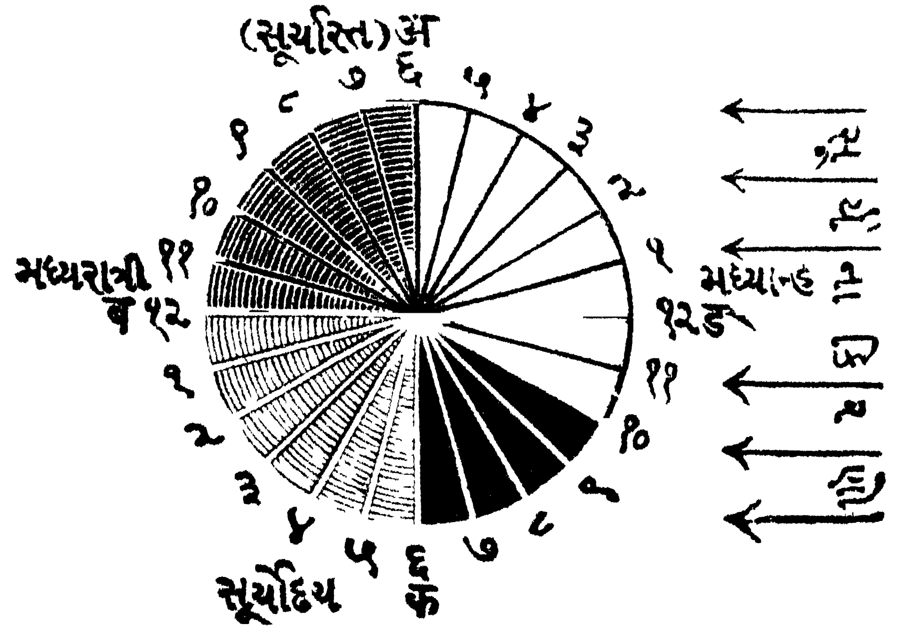
જે પ્રમાણે ઝાડ અને ખેતર દોડતાં હતાં તેનાથી ઉલટી દિશાએ આગગાડી જતી હતી તે પ્રમાણે આપણને આખું નભમંડળ પૂર્વથી પશ્ચિમ તરફ જતું દેખાય છે ત્યારે વાસ્તવિક રીતે આપણી પૃથ્વી પશ્ચિમથી પૂર્વ તરફ જતી હોવી જોઈએ.

પૃથ્વી ગોળ છે અને તે પશ્ચિમથી પૂર્વ તરફ ફરે છે, પણ આપણી

આગગાડીની માફક તે એકજ સીધી લીટીમાં જતી નથી. જે સૂર્યને આપણે આજે જોઈએ છીએ તેનેજ આવતી કાલે જોઈએ છીએ. જો સીધી લીટીમાં હોત તો જેમ સુરત મૂકયા પછી નવસારી અને વલસાડ આવે છે તેમ બીજા સૂર્ય વગેરે આવવા જોઈએ. પણ તેમ નથી માટે આપણી ગોળ પૃથ્વી ભમરડાની અથવા ચકરડીની માફક પોતાની ધરી પર ફરે છે. ફેર એટલોજ છે કે ભમરડાને આર હોય છે અથવા ચકરડીને ફરવાની એક સળી હોય છે તેમ પૃથ્વીને હોતી નથી.

रात अने दहाडो.

પૃથ્વી પોતાની ધરી પર ફરે છે તે પરથી રાત દહાડો કેવી રીતે થાય છે તેની સમજુતી આપી શકાય છે. જો પૃથ્વી ગોળ છે અને પોતાની ધરી ઉપર ફરે છે તો એકી વખતે માત્ર પૃથ્વીના અડધા ભાગ પર સૂર્યનું તેજ પડવું જોઈએ. જે ભાગ પર સૂર્યનું તેજ પડે છે તે ભાગમાં દહાડો હોય છે અને જે ભાગમાં સૂર્યનું તેજ હોતું નથી તે ભાગમાં રાત હોય છે.



આકૃતિ દશમી.

રાત અને દહાડો વગેરે.

આ આકૃતિમાં જે વર્તુલ છે તે અક્ષાંશવૃત્ત છે અને એનું મધ્ય-બિંદુ છે તે બિંદુમાંથી પૃથ્વીની ધરી જાય છે. આ દેખાવ ખાસ કરીને ૨૧ મી માર્ચનો લીધો છે, કારણ કે એમાં કાળો ભાગ અને સફેદ ભાગ બંને સરખા લીધેલા છે. જે સફેદ ભાગ છે તે પર સૂર્યનાં કિરણ પડે છે એટલે તે ભાગમાં દહાડો છે અને જે ભાગ કાળો છે તે ભાગમાં સૂર્યનાં કિરણ ન પડવાને લીધે રાત છે. જે આંકડા મૂકેલા છે તે કલાકો બતાવે છે અને આંકડાનો ક્રમ પૃથ્વીનો ફરવાનો માર્ગ પશ્ચિમથી પૂર્વ બતાવે છે. પૃથ્વી ફરતી ફરતી રાતના ભાગમાંથી क આગળ આવે છે ત્યારે તે ભાગને સૂર્યનો ઉદય થાય છે. તેજ વખતે ड વાળા ભાગને માથે બરાબર સૂર્ય આવેલો છે એટલે ત્યાં મધ્યાન્હ થયેલો છે (૧૨ વાગેલા છે). अ આગળ સૂર્યાસ્ત થયલો છે (સાંજના ૭ વાગેલા છે), અને ब આગળ મધરાત થયેલી છે એટલે રાતના બાર વાગેલા છે. આ આકૃતિ પરથી પૃથ્વી પર એકી વખતે જુદો જુદો વખત હોય છે તે માલમ પડે છે. પૃથ્વી પોતાની ધરી પર ૨૪ કલાકમાં ફરી રહે છે એટલે એક એક જગ્યા વર્તુલ ૨૪ કલાકમાં ફરે છે. હવે વર્તુલના ૩૬૦° અંશ થાય છે એટલે તે જગ્યા એક કલાકમાં ૧૫° અંશ ફરે છે. તે ઉપરથી જે બે જગ્યાના રેખાંશ વચ્ચે ૧૫° અંશનો ફેર હોય તે બે જગ્યા વચ્ચે સૂર્યોદયમાં એક કલાકનો ફેર હોય છે અને તેમાં જે જગ્યા પૂર્વ હોય તે જગ્યા પર એક કલાક વહેલો સૂર્યોદય થાય છે. મુંબઇનો રેખાંશ ૭૨$\frac{૩}{૪}$° પૂર્વ અને મદ્રાસનો (૦$\frac{૧}{૪}$° પૂર્વ છે એટલે બેના રેખાંશ વચ્ચે ૭$\frac{૧}{૨}$° અંશનો લગભગ ફેર છે તો બેના વખતમાં $\frac{૧}{૨}$ કલાકનો ફેર હોવો જોઇએ. આપણે જાણીએ છીએ કે જ્યારે મુબઇ ટાઇમ સાત થયેલા હોય ત્યારે મદ્રાસ ટાઇમ ૭$\frac{૧}{૨}$ થયેલા હોય છે. આગળ કહ્યું કે જે જગ્યા પૂર્વમાં ત્યાં વખત વધારે એટલે મદ્રાસ મુંબઇની પૂર્વમાં છે એટલે ત્યાં ૭$\frac{૧}{૨}$ પૂર્વવાળી જગ્યાએ ટાઇમ વધારે હોય છે તેનું કારણ એટલુંજ કે પૃથ્વી પશ્ચિમથી પૂર્વ ફરે છે એટલે પૂર્વવાળી જગ્યાએ પશ્ચિમવાળી જગ્યા કરતાં સૂર્યોદય વહેલો થાય છે.

રાત પૂરી થઇ અને દહાડો ક્યારે શરૂ થયો તે નક્કી કહી શકાતું

નથી, કારણ કે રાત અને સૂર્યોદય વચ્ચે ઉજાશવાળો પ્રકાશ રહે છે. એ ઉજાશવાળા પ્રકાશને આપણે ઉષા કહીએ છીએ. એ પ્રકાશ ઘણો રમણીય હોય છે અને સંસ્કૃત કવિઓએ એનાં ઘણાં વખાણ કરેલાં છે અને એક નાટક પણ એના પર રચેલું છે. તેમાં ઉષાને સ્ત્રી કલ્પેલી છે અને સૂર્યને તેનો કાન્ત કલ્પેલો છે. જેમ સ્ત્રી વિના તેનો પતિ એકલો પડી જાય છે અને પોતાના અતિશય પ્યારને લીધે સ્ત્રીને ખોળવા તે નીકળે છે. તેમ ઉષા નીકળે છે કે તેની પાછળ સૂર્ય પણ નીકળે છે. જે લોકો સવારે પાંચ છ વાગે ફરવા જાય છે તે લોકોને ખબર હશે કે એ વખત કેવો શાંત અને સુંદર છે. કુદરતની બલીહારી જોવાનો વખત તો સવારનોજ છે.

સૂર્યોદય એટલે શું ? પૃથ્વી પોતાની ધરી ઉપર ફરતી ફરતી અમુક શહેરને જ્યારે સૂર્યની તરફ લાવે છે, ત્યારે ત્યાં સૂર્યોદય થાય છે. પૃથ્વી જેમ જેમ ફરતી જાય છે તેમ તેમ તે શહેર પણ ફરતું જાય છે અને તે શહેર જ્યારે સૂર્યની સન્મુખ આવે છે ત્યારે ત્યાં મધ્યાન્હ થાય છે અને તે શહેરને જ્યારે સૂર્ય દેખાતો બંધ થાય છે ત્યારે સૂર્યાસ્ત થાય છે. જે પ્રમાણે રાત અને સૂર્યોદય વચ્ચે ઉષા હોય છે તેજ પ્રમાણે સૂર્યાસ્ત અને રાત વચ્ચે પણ ઉજાશવાળો પ્રકાશ હોય છે. એ શહેર જેમ પૃથ્વી ફરે છે તેમ ફરે છે અને બીજી સવારે ત્યાં પાછો સૂર્યોદય થાય છે. જે વખતે આપણા તરફ દહાડો હોય છે તેજ વખતે આપણી સામી બાજુએ રાત હોય છે. તમે જાણો છો કે તારને (ટેલીગ્રાફને) એક મિનિટ પણ લાગતી નથી. તેમ છતાં આપણે અહીંથી બપોરે બાર વાગે મુકેલો તાર અમેરિકામાં મધ્ય રાત્રિએ પહોંચે છે. જે સાબિત કરે છે કે જ્યારે પૃથ્વીની એક બાજુ પર દહાડો હોય છે ત્યારે બીજી બાજુ પર રાત હોય છે.

પૃથ્વી ગોળ છે અને પોતાની ધરી ઉપર ફરે છે તેથી રાત અને દહાડાની સમજુતી આપવી સહેલી થઈ પડે છે. જે લોકોએ આ બાબતનો અભ્યાસ કરેલો નહોતો તેમને રાત દિવસનું કારણ સમજવું મુશ્કેલ થઈ પડતું. કેટલાક લોકો સમજતા કે અસ્ત વખતે સૂર્ય પાણીમાં ડુબી જતો. પણ જો સૂર્યાસ્ત થતી વખતે સૂર્ય ડુબકી મારી ઓલવાઈ જતો હોય તો બીજી સવારે આવો

તેજવાળો બની શી રીતે ઉગે તેની કોઈ રીતે સમજુતી તો આપવી જોઇએ. તેથી તેઓ કહેતા કે દરરોજ નવો સૂર્ય ઉગે છે. દેવતાઓ નવા સૂર્યને પૂર્વથી પશ્ચિમ દોડાવતા અને પછી ત્યાં તેનો નાશ થતો. દેવતાઓ રાતના બીજા દિવસને માટે મહેનત કરી નવો સૂર્ય પેદા કરતા. કેટલેક વખતે તેમને લાગ્યું કે આ તો આપણું ધારવું ખોટું છે; કારણ કે આટલા બધા સૂર્યનો નાશ થાય એ તો બનવું અશક્ય છે. હવે એ લોકો એમ ધારવા લાગ્યા કે ખંડો મૂક્યા પછી સમુદ્રો છે ને ઉત્તર તરફ બરફ અને ઉંચા પહાડો છે ને તેની પછાડી પણ સમુદ્રો છે. પહાડો અને બરફને લીધે આપણાથી તે તરફ જવાતું નથી. એ સમુદ્રની અંદર વલ્કન નામનો દેવતા રહે છે. જે વખતે સૂર્ય અસ્ત થતો એટલે સૂર્ય પાણીની નજદીક આવતો ત્યારે વલ્કન દેવતા જે હોડી તૈયાર રાખી ઉભો રહેતો તે હોડીમાં સૂર્યને લઈ લેતો ને ઉત્તરને રસ્તે હોડીમાં લઈને પાછો પૂર્વમાં લાવીને મુકતો, ને પાછો એ દેવતા ઉત્તરને રસ્તે થઈને પશ્ચિમમાં આવી ઉભો રહેતો. જેમ લોકોનું જ્ઞાન વધતું ગયું તેમ તેમ લોકોને ખબર પડતી ગઈ કે મોટો અનહદ ગંભીર મહાસાગર છે એ વાત ખોટી છે. આ તો એક જગ્યાએથી નીકળીએ છીએ ત્યાંથી જો સીધી લીટીમાં જઈએ તો ફરીને આપણી જગ્યાએ પાછા અવાય છે. વળી જે નાખુદાઓ દરિઆમાં મુસાફરી કરતા તેઓએ કહ્યું કે અમે તો કોઈ દિવસ વલ્કનને જોયો નથી યાતો સૂર્યને ડુબતો જોયો નથી. અસલના લોકોને રાત દિવસની સમજુતી આપવાને કેટલી મુસ્કેલીઓ નડતી તેનો ખ્યાલ આપવા આ ચિતાર આપ્યો છે.

અસલના લોકોની પાસે સાધન નહોતાં તેથી તેમને આટલી મુસ્કેલીઓ નડતી. પણ સાધનવાળાઓ જો સંભાળથી અવલોકન ન કરે તો તેમની હાલત પણ અસલના લોકોના જેવીજ થાય છે. ફ્રાંસમાં એક ખગોળશાસ્ત્રી દુરબીનવતી ચંદ્રનું અવલોકન કરતો હતો. તેણે જોયું કે ચંદ્રમાં હાથી ચાલે છે અને તે શોધ બીજા ઉભા હતા તેને કહી. પણ તે સાંભળનારામાં એક ઠરેલ માણસ હતો તેણે તે વાત માની નહિ અને દૂરબીનવતી તે ચંદ્રને જોવા લાગ્યો. તેણે પણ હાથી જોયો. તરત તે ઠરેલ આદમીને લાગ્યું

કે આ બાબત ખરી ન હોવી જોઈએ અને દૂરબીનમાં કોઈ જાતનો બગાડ હોવો જોઈએ. દૂરબીનના કાચ છુટા પાડયા તો માલમ પડયું કે ઉંદરડી ચંદ્ર ઉપરનો હાથી નીકળ્યો. માટે જેમ જેમ સંભાળથી અવલોકન કરવામાં આવે છે અને સાધનોનો સારો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે, તેમ તેમ આપણું જ્ઞાન વધતું જાય છે.

दिवस कोने कहेवो ? नाक्षत्र दिवस, सौर दिवस अने काल्पनिक दिवस अथवा व्यवहारिक दिवस.

રાત અને દહાડો મળીને એક દિવસ થાય છે પણ એ દિવસ કોનો કહેવો ? ધ્રુવના તારાથી શિરોબિંદુ પર અને ત્યાંથી શુદ્ધ દક્ષિણમાં જનારા કાલ્પનિક વૃત્તને યામ્યોત્તરવૃત્ત કહે છે. (યામ=દક્ષિણ. દક્ષિણ ઉત્તર જે વૃત્ત જાય છે તે. યામ યમ રાજા પરથી નીકળેલો છે અને દક્ષિણ દિશામાં યમરાજાનું ધામ છે.) અમુક નક્ષત્ર કે તારો આજે યામ્યોત્તરવૃત્ત પર હોય તે દેખાઈતી રીતે ફરીને પાછો આવતી કાલે તેજ યામ્યોત્તરવૃત્ત પર આવે તેટલા વખતને નાક્ષત્ર દિવસ (સાઈડીરીઅલ ડે) કહે છે, અને આ દિવસની લંબાઈ નક્ષત્ર ઉપર આવવાના વખતથી માપવામાં આવે છે તેથીજ એને નાક્ષત્ર દિવસ કહે છે. એની લંબાઈ ક. ૨૩—૫૬—૪ છે. આજ કેટલાં વર્ષ થયાં એ કાળમાં જરા પણ ફેરફાર માલમ પડયો નથી. જ્યારે બહુજ બારીકીથી ગણત્રી કરવામાં આવી ત્યારે કેટલાંક કારણોને લીધે ૨૫૦૦ વર્ષ પર એ દિવસની જેટલી લંબાઈ હતી તેના કરતાં હાલમાં ૧/૬૬ સેકંડ જેટલી લંબાઈ ઘટેલી માલમ પડે છે.

પૃથ્વી પોતાની ધરી પર ફરે છે તેથી આકાશ ફરતું લાગે છે અને પૃથ્વી પોતાની ધરી પર ફરી રહે છે તેટલા વખતમાં એક તારો યામ્યોત્તર વૃત્ત પરથી નીકળી પાછો તેજ યામ્યોત્તર વૃત્ત પર આવતો દેખાય છે. પૃથ્વીનો ધરી પર ફરવાનો આ વખત ક. ૨૩—૫૬—૪ છે.

પણ ખગોળશાસ્ત્રી દિવસની લંબાઈ સૂર્ય પરથી માપે છે. આજે સૂર્ય યામ્યોત્તરવૃત્ત પર હોય તેને આવતી કાલે યામ્યોત્તર વૃત્ત પર આવતાં જે

વખત લાગે છે તેને સૈાર દિવસ કહે છે. આ સૈાર દિવસ નાક્ષત્ર દિવસ કરતાં ચાર મિનિટ લાંબો છે તેનું કારણુ માત્ર એટલુંજ કે પૃથ્વી સૂર્યની પ્રદક્ષિણા કરે છે અને દરરોજ આશરે એક અંશ ચાલે છે, તેથી સૂર્ય દરરોજ એક અંશ પૂર્વમાં ખસેલો માલમ પડે છે. માટે સૂર્યની સન્મુખ આવવા માટે પૃથ્વીને એક અંશ પોતાની ધરી પર વધારે ફરવું પડે છે. આજે પૃથ્વી સૂર્યની સન્મુખ આવી એટલે સૂર્ય યામ્યોત્તરવૃત્ત પર હતો. આવતી કાલે પૃથ્વી પોતાની ધરી પર ફરી રહી તે વખતે સૂર્ય યામ્યોત્તરવૃત્ત પર નથી પણ તે વખતે એક અંશ પૂર્વમાં છે. માટે એક અંશ વધારે પૃથ્વી ફરે તોજ તે સૂર્યની સન્મુખ આવી શકે. પૃથ્વી ૨૪ કલાકમાં ૩૬૦° અંશ પોતાની ધરી પર ફરી રહે છે માટે તેને એક અંશ ચાલતાં ૪ મિનિટ લાગે એ ત્રિરાશિથી સહેજ માલમ પડે છે.

તેથી જો નાક્ષત્ર દિવસ ક. ૨૩–૫૬–૦ નો હોય તો સૈાર દિવસ ૨૪ કલાકનો થાય છે. આ બધા આંકડા લગભગ સમજવા, કારણ કે અપૂર્ણાંકો લેવાથી આપણને કાંઈ વધારે ફાયદો થતો નથી. આપણી મતલબ તો શા નિયમે પૃથ્વી વગેરે ગ્રહો ફરે છે તે સમજવાનીજ છે. પૃથ્વીની પ્રદક્ષિણાને લીધે સૂર્યની જે ગતિ દેખાય છે તેને સૂર્યની દેખીતી વાર્ષિક ગતિ કહેવામાં આવે છે. જે માર્ગમાં એ સૂર્યની દેખીતી ગતિ આકાશમાં છે તે માર્ગને ક્રાંતિવૃત્ત કહે છે. આ ક્રાંતિવૃત્તના આઠ અંશ ઉત્તર અને આઠ અંશ દક્ષિણ એવા ૧૬° અંશની પહોળા પટાને રાશીચક્ર કહે છે. એ રાશીચક્રના બરાબર બાર ભાગ કરેલા છે, અને તે દરેકને રાશી કહે છે. વર્તુલના ૩૬૦° અંશ હોવાથી દરેક વિભાગમાં ૩૦° અંશનો માર્ગ આવે છે. આના જે વખતે બાર ભાગ પાડવામાં આવ્યા, તે વખતે દરેક ભાગમાં જે તારાઓ હતા તે તારાઓના સમૂહોના જે આકારો કલ્પી શકાય તે કલ્પેલા આકાર પરથી બાર રાશીનાં નામ પાડેલાં છેઃ–મેષ, વૃષભ, મિથુન, કર્ક, સિંહ, કન્યા, તુલા, વૃશ્ચિક, ધન, મકર, કુંભ અને મીન. આ રાશીઓ આપણામાં તેમજ પાશ્ચાત્ય પ્રજામાં એક સરખાં નામ ધરાવે છે તે પરથી જણાય છે કે તેનું મૂળ એકજ દેશમાં હોવું જોઇએ.

હવે નાક્ષત્ર દિવસની માફક સાવન દિવસ (સૌર દિવસ) સરખી લંબાઈનો છે? નાક્ષત્ર દિવસની લંબાઇમાં આખા વર્ષમાં તફાવત પડતો નથી પણ સાવન દિવસની લંબાઇમાં તો તફાવત પડે છે. કેટલાક દિવસ લાંબા, તેમજ કેટલાક ટુંકા હોય છે. તેનું કારણ એ છે કે પૃથ્વીનો માર્ગ લંબગોળ છે. (પૃથ્વી સૂર્યની આજુબાજુ પ્રદક્ષિણા કરે છે અને એનો માર્ગ લંબગોળ છે એ આગળ સમજાવવામાં આવશે.) અને તે લંબગોળને લીધે કંઇક વખત પૃથ્વી સૂર્યની પાસે, તેમજ કોઇક વખત દૂર હોય છે. જ્યારે પૃથ્વી સૂર્યની પાસે હોય છે ત્યારે તેની કક્ષા (માર્ગ)માં ગતિ એક અંશ કરતાં વધારે અને દૂર હોય છે ત્યારે ગતિ એક અંશ કરતાં ઓછી હોય છે. આ પ્રમાણે ગતિ ઓછી વધતી થાય છે ત્યારે તેજ પ્રમાણમાં સૂર્યની દેખાઈતી ગતિ પણ ઓછી વધતી થાય છે. પૃથ્વીની સરાસરી ગતિ ૦°–૫૯′–૫૮″ છે, પણ જાન્યુઆરીમાં જ્યારે સૂર્યની પાસે પૃથ્વી હોય છે ત્યારે તેની ગતિ ૧°–૧′–૯.૯″ હોય છે અને જુલાઇમાં જ્યારે દૂર હોય છે ત્યારે ગતિ ૦°–૫૭′–૧૧.૫″ હોય છે. ફેબ્રુઆરીની ૨૭ મી તારીખે સાવન દિવસની લંબાઈ ક. ૨૪–૧૪–૨૮ હોય છે. જુલાઇની ૨૭ મી તારીખે સાવન દિવસની લંબાઈ ક. ૨૩–૫૩–૪૬ હોય છે. ફક્ત આખા વર્ષમાં ચારજ દિવસ સાવન દિવસની લંબાઇ ૨૪ કલાકની હોય છે ને તે દિવસો એપ્રિલ ૧૫, જુન ૧૪, ઑગસ્ટ ૩૧, અને ડિસેમ્બર ૨૪ છે (ન્યુકોમ્બ).

આપણી ઘડિઆળોમાં તો ૨૪ કલાક હોય છે ત્યારે જે દિવસે સાવન દિવસની લંબાઈ ક. ૨૪–૧૪–૨૮ ની હોય ત્યારે શું રાતના બાર ને ૧૪ મિનિટ થયા પછી પાછો બાર પર કાંટો લાવવો? અભણ આદમીને તો ખબર પણ ન હશે કે સાવન દિવસ તે શું અને નાક્ષત્ર દિવસ તે શું અને તે બિચારાઓ દરરોજ પોતાની ઘડિઆળોના ટાઇમ કેવી રીતે ફેરવે? દરરોજ એમ કાંટા ઉંધા ચત્તા ફેરવ્યાથી ઘડિઆળ બગડી જાય. માટે ખગોળશાસ્ત્રીઓએ વર્ષના સાવન દિવસની લંબાઈનો સરવાળો કરી તેના પરથી સરાસરી લંબાઈ દિવસની ૨૪ કલાક મુકરર કરી અને તે લંબાઈ લૌકિક દિવસની લંબાઈ કહેવાય છે. ૨૪ કલાકમાં ખરો સૂર્ય પોતાની દેખાઇતી

ગતિ પૂરી કરતો નથી માટે ૨૪ કલાક પ્રમાણે ફરનાર એક કાલ્પનિક સૂર્ય ધારી લેવામાં આવ્યો. એ કાલ્પનિક સૂર્ય આજે યામ્યોત્તરવૃત્ત પર હોય તેને કાલે યામ્યોત્તરવૃત્ત પર આવતાં ૨૪ કલાક લાગે છે. આ લંબાઇને કેટલાક કાલ્પનિક દિવસ, કેટલાક વ્યવહારિક દિવસ, કેટલાક લૈાકિક દિવસ અને કેટલાક સરાસરી દિવસ પણ કહે છે. આજ કારણને લીધે આપણા ઘડિઆળના બાર અગાઉ ને કોઇકિ વખત બાર પછી ખરો સૂર્ય યામ્યોત્તર-વૃત્ત પર આવે છે.

ફ્રાંસમાં ઈ. સ. ની ૧૯ મી સદીની શરૂઆત સુધી સાવન દિવસ વખત માપવાના ઉપયોગમાં લેવામાં આવતો. આ વખતથી લોકોને ઘણીજ તકલીફ પડતી. ઘડિઆળીઓને ત્યાં તેના ઘરાકો દરરોજ ફરિયાદ કરવા આવતા કે ઘડિઆળ બરાબર ટાઇમ આપતું નથી. સરકારી ઘડિઆળમાં સાવન દિવસની લંબાઈ પર આધાર રાખી ફેરફાર કરવામાં આવતો હતો. આ પ્રમાણે ઘરાકો કરતા નહિ અને પોતાના ઘડિઆળનો ટાઇમ જાહેર ઘડીઆળો સાથે મેળવતા ત્યારે જુદોજ પડતો. આથી તેઓ ઘડિઆળી પાસે ફરિયાદ લઈ જતા અને કહેતા કે તે મારૂં ઘડિઆળ બરાબર દુરસ્ત કર્યું નથી, ને મારૂં ઘડિઆળ બગાડી નાખ્યું છે, તું બરાબર કામ કરતો નથી વગેરે વગેરે. ઘડિઆળીઓ તો તેનું કારણ જાણતાજ હતા, તેથી ઘરાકો ગમે તેટલી ગાળ દેતા તેટલી ખાઈ રહેતા અને જરા પણ ગુસ્સે થયા વિના ઠંડે પેટે ઘરાકોને જવાબ આપતા કે એમાં વાંક અમારો નથી પણ અમારા દાદા સૂર્યનો છે અને પછી હસીને પેલાઓને તફાવત પડવાનું કારણ સમજાવતા. ઈ. સ. ૧૮૧૬ પછી ફ્રાંસમાં કાલ્પનિક સૂર્યનો ૨૪ કલાકનો દિવસ દાખલ કરવામાં આવ્યો. આથી ઘડિઆળીઓએ હર્ષ સાથે આ કામ માટે રાજ્યનો ઘણોજ આભાર માન્યો.

दिवसना कलक तथा घडीना विभाग.

દિવસના સરખા ૨૪ ભાગ કરેલા છે અને તે દરેક ભાગ કલાક કહેવાય છે. કલાકના ૬૦ ભાગ કરેલા છે અને તે દરેક મિનિટ કહેવાય છે ને દરેક મિનિટના ૬૦ ભાગ કરેલા છે અને તે દરેક સેકંડ કહેવાય છે.

એ ભાગો કોણે અને ક્યારે કરેલા છે તે કહી શકાતું નથી. કેટલીક પ્રજાઓ ૧ થી ૨૪ કલાક ગણે છે. ખગોળશાસ્ત્રીઓ દરેક જગ્યા પર ૧ થી ૨૪ કલાક ગણે છે. રેલવેના ટાઇમ ટેબલમાં ૧ થી ૨૪ કલાક ગણેલા માલમ પડે છે. સાધારણ રીતે માણસો ૧ થી ૧૨ કલાક ગણે છે અને પાછા ૧ થી ૧૨ ગણી ૨૪ કલાક પુરા કરે છે. ફ્રાંસમાં ઈ. સ. ૧૭૯૩ માં બળવો થયો ત્યાર પછી દિવસના ૧૦ ભાગ કરવામાં આવ્યા હતા ને તે દરેક ભાગને કલાક કહેતા. એવા દરેક કલાકના ૧૦૦ ભાગ કરવામાં આવ્યા હતા અને તે દરેકને મિનિટ કહેતા અને તે મિનિટના ૧૦૦ ભાગ કરી તે દરેકને સેકંડ કહેતા. ફ્રાંસમાં દરેક જાતના માપના, વજન અને સિક્કાના આ પ્રમાણે દશ દશમા ભાગ કરેલા છે. ફ્રાંસના લોકોએ વિચાર કર્યો કે આપણ માપના અને વજનના દશ દશ ભાગ છે તો દિવસના કેમ દશ ભાગ ન કરવા અને તેથી તેઓએ તે વખતે દિવસના દશ દશમા ભાગ કર્યા, પણ થોડા વર્ષ પછી દિવસના ૧૦ કલાક છોડી દઈ પાછા અસલ રિવાજ–દિવસના ૨૪ કલાક પર તેઓ આવી ગયા.

આપણે હિંદુ લોકોએ દિવસના ૬૦ ભાગ કર્યા છે અને તે દરેકને ઘડી કહીએ છીએ, અને ઘડીના ૬૦ ભાગ કર્યા છે અને તે દરેકને પળ કહીએ છીએ, અને તે પળના ૬૦ ભાગ કર્યા છે અને તે દરેકને વિપળ કહીએ છીએ. આપણા પંચાંગોમાં જોશો તો માલમ પડશે કે દરેક જગ્યાએ તિથિ કેટલા કલાક છે એમ લખેલું ન હશે, પણ કેટલી ઘડી અને કેટલી પળ છે એમ લખેલું હશે. લગ્ન વખતે કેટલાકો આપણા રિવાજ પ્રમાણે વખત નક્કી કરવા ઘડી માંડે છે. ઘડી એક કાણાવાળો વાડકો છે અને તેને પાણીના ભરેલા તપેલામાં મુકવામાં આવે છે. જ્યારે તે વાડકો ભરાય છે ત્યારે ઘડી પુરી થઇ એમ કહેવાય છે. આપણા વખત સૂચક જે શબ્દો છે તે બધામાં ઘડી શબ્દ આવે છે, પણ કલાક શબ્દ આવતો નથી,–સારે ચોઘડીએ કામ કર્યું નથી; ઘડીએ ઘુંટ ભરાય છે; તે માણસની ઘડી ભરાઈ ગઇ છે; ઘડીએ ઘડીએ ખાવાનું માગે છે; ઘડીએ ઘડીએ વિચાર બદલી નાંખો છો. વગેરે વગેરે વગેરે. ગ્રીક લોકો અને ઇજીપશીઅન લોકો પણ

પાણીની મદદથી વખત માપતા હતા. પણ આપણી રીત ને તેમની રીતમાં ફેર છે. ગ્રીક લોકો એક કાણાવાળા વાસણમાં પાણી ભરતા ને તે કાણામાંથી પાણી જ્યારે નીકળી જતું ત્યારે અમુક વખત થયો એમ કહેતા.

ઉપર આપણે જે દિવસના ૨૪ ભાગ અથવા ૬૦ ભાગ જણાવ્યા તે દરેક ભાગ સરખા છે. પણ કેટલીક જગ્યાએ ૨૪ ભાગ જોવામાં આવે છે ખરા, પણ તે ભાગ સરખા જોવામાં આવતા નથી. એક વખત ગ્રીસ દેશમાં સૂર્યોદયથી સૂર્યાસ્ત સુધીના વખતના ૧૨ ભાગ કરતા અને તેને દહાડાના કલાક કહેતા અને સૂર્યાસ્ત અને સૂર્યોદય વચ્ચેના બાર ભાગને રાતના કલાક કહેતા. જે દિવસોએ રાત અને દહાડો સરખા હોય તેજ દિવસોએ એ કલાકો એક બીજાની બરોબર હોય. પણ ઉનાળામાં જ્યારે દહાડો લાંબો અને રાત ટુંકી હોય છે ત્યારે દહાડાના કલાક લાંબા અને રાતના કલાક ટુંકા થાય છે. શિયાળામાં જ્યારે દહાડો ટુંકો અને રાત લાંબી હોય છે ત્યારે દહાડાના કલાક ટુંકા અને રાતના કલાક લાંબા થાય છે. આ પદ્ધતિ કેટલી અગવડ ભરેલી અને ગુંચવે એવી છે? લાંબો વખત સુધી એવી પદ્ધતિ ચાલી શકે નહીંજ, અને ગ્રીક લોકોએ થોડો વખત અજમાયશ કરી એ પદ્ધતિ છોડી દીધી.

दिवस क्यारथी शरु गणवो ?

યાહુદી, ચીનાઓ અને મુસલમાનો સૂર્યાસ્તથી નવો દિવસ શરૂ થયો ગણે છે. યાહુદી લોકો શનિવારને પવિત્ર દિવસ ગણે છે અને તે દિવસ અપવાસ કરે છે. તે અપવાસ શુક્રવારની સાંજથી શરૂ થાય છે અને તે શનિવારની સાંજ સુધી ચાલે છે. મુસલમાન લોકો નવી તારીખ ગણે છે તે સૂર્યાસ્ત પછી, કારણ કે જો સાંજે ચાંદ દેખાય છે તો તે સાંજથી પહેલી તારીખ ગણવામાં આવે છે. ઇટાલી અને એથેન્સમાં જુના વખતમાં દિવસ સૂર્યાસ્તથી ગણવામાં આવતો. ખાલ્ડીઅનો સૂર્યોદયથી નવો દિવસ ગણતા. ગ્રીસમાં પણ એક વખતે સૂર્યોદયથી નવો દિવસ ગણવામાં આવતો હતો. સૂર્યાસ્ત અને સૂર્યોદય હંમેશ એકજ વખતે થતા નથી તેથી આજના ચાર વાગ્યાનો વખત તે આવતી કાલે ચાર વાગ્યાના વખતની બરાબર થશે નહિ.

દરરોજ સૂર્યાસ્ત જુદે જુદે વખતે થાય છે માટે શું દરરોજ ઘડિઆળમાં વખત બદલવા? ઇટાલીમાંથી આજ પચાસ વર્ષ થયાંજ આ રિવાજને રજા આપી દેવામાં આવી છે. હીપારકસે મધરાતથી નવો દિવસ ગણવાનો રિવાજ શરૂ કર્યો અને એણેજ ૨૪ કલાકના ૧૨, ૧૨ એવા બે ભાગ દાખલ કર્યા. કોપરનિકસ અને જે મોટા ખગોળશાસ્ત્રીઓ થયા તેમણે હીપારકસનીજ રીત પસંદ કરી અને હાલ તેજ રીત ચાલે છે. આપણે પણ હાલ તે રીત પ્રમાણેજ કલાક ગણીએ છીએ. ૨૪ કલાકના બાર બાર એવા બે ભાગ કર્યા છે તેથી આઠ સવારના કે સાંજના એ બતાવવા એક શબ્દ સવાર કે સાંજ વધારે બોલવાની અથવા લખવાની જરૂર પડે છે. અસલના મિસર દેશના રહેવાશી, ટોલેમી અને હાલના ખગોળશાસ્ત્રીઓ નવો દિવસ મધ્યાહ્ને સૂર્ય યામોત્તરવૃત્ત પર આવે છે ત્યારથી ગણે છે.

સાધારણ વ્યવહારમાં આપણે જુદી જુદી રીતે દિવસ ગણીએ છીએ. તિથિ (આ વિષે આગળ ચંદ્રના પ્રકરણમાં કહેવામાં આવશે.) સૂર્યોદયથી ગણીએ છીએ તોપણ સૂતક વગેરે વખતે તિથિ હિસાબમાં લેતા નથી પણ દિવસ લઈએ છીએ અને તે દિવસ સૂર્યોદયથી બીજા સૂર્યોદય સુધી એક ગણાય છે. જન્મ વખતે તિથિની ગણત્રી પ્રમાણે તે વખતે જે તિથિ હોય છે તેજ જન્મની તિથિ ગણાય છે. વાર બદલતી વખતે આપણે મધરાતના બારથી બીજી મધરાતના બાર સુધીનો વાર ગણીએ છીએ. કેટલાકો રવિવારે ઉત્તર તરફ જતા નથી પણ તેઓને રવિવારે રાતના બાર વાગ્યા પછી ઉત્તર દિશા તરફ જવાનો બાધ નથી. એટલે કે જુદા જુદા કાર્યમાં હિંદુ લોકો જુદી જુદી રીતે દિવસ ગણવો શરૂ કરે છે.

પૃથ્વીની વાર્ષિક ગતિ.

પૃથ્વી પોતાની ધરી પર ૨૪ કલાકમાં પશ્ચિમથી પૂર્વમાં ફરે છે તેથી ૨૪ કલાકમાં આખું આકાશ એટલે આકાશી પદાર્થો પૂર્વથી પશ્ચિમ ફરીને તેજ સ્થાને દેખાય છે. એજ કારણને લીધે દહાડો અને રાત્રી ઉત્પન્ન થાય છે. પૃથ્વીના ધરી પર ફરવા ઉપરથી આપણે દિવસનું માન નક્કી કરીએ

છીએ. પૃથ્વીના ધરી પર ફરવાનેજ લીધે પૃથ્વીનો આકાર ચપટ ગોળક દેખાય છે. એનેજ લીધે વ્યાપારી વાયુની દિશા શુદ્ધ સીધી હોતી નથી પણ વક્ર હોય છે.

આ ઉપરાંત આકાશમાં એક બીજો ફેર જોવામાં આવે છે. મૃગશિર્ષ જેવું એકાદેક નક્ષત્ર આપણે તપાસીશું તો માલમ પડશે કે તેનો ઉગવાનો વખત જુદે જુદે મહિને જુદો હોય છે. દાખલા તરીકે નવેંબરમાં સૂર્યાસ્ત પછી જો એક કલાકે ઉગતું માલમ પડે છે તો ડિસેંબરમાં તેજ વખતે ૩૦° અંશ ઉંચું ચડેલું માલમ પડે છે અને ફેબ્રુઆરીમાં તેજ વખતે માથે આવેલું માલમ પડશે. જો પૃથ્વી ફક્ત પોતાની ધરી પરજ ફરતી હોય તો અમુક વખતે અમુક તારાઓ એકજ સ્થળે હોવા જોઈએ, પણ તેમ કંઈ માલમ પડતું નથી. એવીજ રીતે બીજાં નક્ષત્રો આપણે જોઈશું તો જે નક્ષત્રો આજે પૂર્વ તરફ દૃષ્ટિમર્યાદા પર છે તેજ કાલે અથવા મહિને ત્યાંનાં ત્યાં માલમ પડશે નહિ. જે પશ્ચિમ તરફ જોયાં હતાં તે તે તરફ દેખાતાં બંધ થાય છે. ૩૬૫ દિવસ પછી જે વખતે જે જગ્યાએ તારાઓના સમૂહ જોયેલા તે પાછા તેની તેજ જગ્યાએ તે વખતે માલમ પડે છે.

સૂર્ય જે જગ્યાએ પશ્ચિમની દૃષ્ટિમર્યાદા પર અસ્ત પામે છે તે જગ્યા યાદ રાખી ત્યાર પછી થોડે વખતે અંધારૂ થાય ત્યારે ત્યાં જે નક્ષત્રો હોય તે ધ્યાનમાં રાખવાં. થોડા દિવસ પછી પાછા સૂર્ય અસ્ત પામ્યા પછી તે જગ્યા પર નજર કરવી તો માલમ પડશે કે જે તારાઓ પહેલાં ત્યાં હતા તે નથી પણ જુદાજ છે. દર મહિને આપણે આ પ્રમાણે જુદા જુદા તારાઓ જોઈએ છીએ કે સૂર્ય આ પ્રમાણે પશ્ચિમથી પૂર્વ તારાઓમાં પોતાનું સ્થાન બદલે છે, અને તે ઉપરથી આપણે કહીએ છીએ કે સૂર્ય જુદી જુદી રાશીમાં ફરે છે.

સૂર્ય આ પ્રમાણે ૨૪ કલાક પૂર્વથી પશ્ચિમ ફરે છે એટલુંજ નહિ પણ ૩૬૫ દિવસમાં પશ્ચિમથી પૂર્વ આખા આકાશમાં ફરી રહે છે. સૂર્યનો જે આ પશ્ચિમથી પૂર્વનો માર્ગ છે તેને ક્રાંતિવૃત્ત કહે છે.

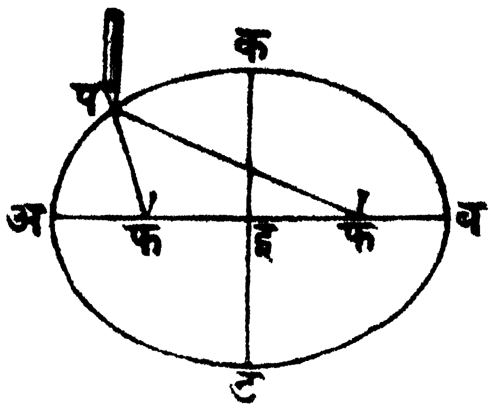
આ ઉપરના દેખાવમાં બે કારણ હોઈ શકે. કાંતો સૂર્ય એક વર્ષમાં

પૃથ્વીની આજુબાજુ ફરે છે યાતો પૃથ્વી સૂર્યની આસપાસ એક વર્ષમાં ફરે છે. કેટલાંક વર્ષ સુધી લોકોમાં સાધારણ તત્ત્વ થઈ પડયું હતું કે સૂર્ય પૃથ્વીની આજુબાજુ ફરે છે. પણ ઈ. સ. ૧૫૪૩ માં કોપરનીકસે સિદ્ધ કર્યું કે જૂનો વિચાર છે તે ખોટો છે ને ખરો સિદ્ધાંત તો એ છે કે પૃથ્વી સૂર્યની આજુબાજુ ફરે છે અને તેથી કરીને આવા દેખાવ ઉત્પન્ન થાય છે. યાંત્રિક શાસ્ત્રનો નિયમ છે કે નાનો પદાર્થ મોટાની પ્રદક્ષિણા કરે પણ મોટો નાનાની કરે નહીં. પૃથ્વી સૂર્ય કરતાં ઘણી નાની છે તો પૃથ્વીજ સૂર્યની આજુબાજુ ફરવી જોઈએ. કંઈ સૂર્ય પૃથ્વીની આજુબાજુ ફરવો જોઈએ નહિ. એવી બીજી સાબીતીઓ છે પણ તે સાબીતીઓ સમજવા માટે અવલોકન તથા ગણિતશાસ્ત્રની મદદ જોઈએ છે. એ અવલોકન તે કાંઈ આપણી નરી આંખે કરી શકાય નહિ અને ગણિતનું જ્ઞાન એ કાંઈ સરવાળા બાદબાકી જેવું નહીં પણ વધારે કઠીણ જ્ઞાન છે. **બીજા બધા ગ્રહ સૂર્યની આજુબાજુ ફરે છે તો પૃથ્વી કે જે પણ ગ્રહ છે તે સૂર્યની આજુબાજુ ફરવીજ જોઇએ. માટે આપણે એટલું માની લેવું કે** પૃથ્વી સૂર્યની આજુબાજુ એક વર્ષમાં પ્રદક્ષિણા ફરી રહે છે.

પૃથ્વીનો માર્ગ.

જો પૃથ્વી સૂર્યની પ્રદક્ષિણા કરે છે તો તેનો માર્ગ કેવો છે તે આપણે જોઇશું. દરેક ગ્રહ સૂર્યની પ્રદક્ષિણા કરે છે અને તેનો માર્ગ લંબગોળ છે. તેમ પૃથ્વી પણ સૂર્યની પ્રદક્ષિણા કરે છે અને તેનો માર્ગ લંબગોળ છે, શુદ્ધ ગોળ નથી. વર્તુલ કેવી રીતે દોરાય છે તે આપણે સર્વે જાણીએ છીએ. સ્ત્રીઓ સાથીઆ પૂરે છે ત્યારે દોરીને એક છેડે ચોક રાખી બીજે છેડો ખીલે બાંધી ખીલાની આજુબાજુ દોરી ખેંચી ચોક ફેરવે છે એટલે વર્તુલ પડે છે. વચ્ચે એક ખીલો .અથવા ખીલીને બદલે બે ખીલી રાખવી અને દોરીના બે છુટા છેડાને બદલે આ લંબવર્તુલ દોરવાને ગાંઠ બાંધી દેવી. પછી દોરીની વચ્ચે ચોક રાખી દોરી ખેંચીએ તો લંબવર્તુલ થશે. એ લંબવર્તુલ આકૃતિ પણ સાથીઆમાં ઘણી ઉપયોગી થઇ શકે છે.

બગીચાની અંદર ફુલોના ક્યારા લંબવર્તુલ હોય તો તે ઘણા સારા દીપે છે. એ બે ખીલીઓ જેમ જેમ પાસે લાવીશું તેમ તેમ લંબવર્તુલ વર્તુલને મળતું આવશે. છેવટે બે ખીલીઓ ઘણી પાસે આવશે ત્યારે તો વર્તુલજ થશે.



આકૃતિ ૧૧ મી.

લંબવર્તુલ.

જેમ વર્તુલને એક કેંદ્ર હોય છે તેમ લંબવર્તુલની બે ખીલી તે તેનાં બે કેંદ્ર કહેવાય છે. પૃથ્વીના માર્ગના લંબવર્તુલના બે કેંદ્રમાંના એક કેંદ્રમાં સૂર્ય લંબવર્તુલ દોરવામાં જે દોરીની લંબાઈ લીધી તે લંબાઇમાં ફેરફાર થતો નથી તેથી લંબવર્તુલની વ્યાખ્યા એવી રીતે પણ આપી શકાય છે કે એ એવી તરેહનું વૃત્ત છે કે તેમાંના હરકોઈ બિંદુથી તેના કેંદ્ર નામે બે બિંદુઓ સુધી સીધી લીટી દોરીએ તો તેઓની લંબાઇનો સરવાળો હમેશ સરખો થાય. ઉપલી આકૃતિમાં **फ** અને **फ** કેંદ્ર બિંદુઓ છે અને **ह** મધ્યબિંદુ છે. લંબગોળના મધ્યબિંદુમાંથી જનારી બે લીટીઓને ધરી કે આંસ કહે છે–મોટી લીટીને મહદાંસ અને નાની લીટીને લઘુ આંસ કહે છે.

આ પ્રમાણે પૃથ્વીનો માર્ગ લંબગોળ છે તેથી કોઇક વખતે પૃથ્વી સૂર્યની સમીપ તથા કોઇક વખતે દૂર હોય છે. જ્યારે પૃથ્વી સૂર્યની સમીપ હોય છે ત્યારે રવિસમીપ બિંદુમાં પૃથ્વી છે એમ કહેવાય છે અને દૂર હોય છે ત્યારે રવિ દૂર બિંદુમાં પૃથ્વી છે એમ કહેવાય છે. સૂર્યની નજદીક પૃથ્વી હોય છે ત્યારે તેનાથી સૂર્યનું અંતર ૯,૧૧,૦૦,૦૦૦ (સર રૉબર્ટ બૉલ) માઇલ હોય છે અને જ્યારે દુરબિંદુમાં હોય છે ત્યારે ૯,૪૬,૦૦,૦૦૦

માઇલ હોય છે. આ પરથી સરાસરી અંતર કહાડતાં ૯,૨૯,૦૦,૦૦૦ માઇલ થાય છે. પરંતુ યાદ રહે તેટલા માટે અડસટે ૯,૩૦,૦૦,૦૦૦ માઇલ ગણવામાં આવે તો ખોટું નથી. એ અંતર કેટલું છે તેનો ખ્યાલ એકદમ આવી શકે એમ નથી. જો ઘડીઆળમાં ટીક ટીક થાય છે તે આપણે ગણીએ તો એક મિનિટમાં ૬૦ થાય છે એટલે લગભગ એક મિનિટમાં આપણે ૬૦ ગણીએ છીએ અને આરામ લીધા વગર આપણે ગણ્યા કરીએ તો ૨૪ કલાકમાં ૮૬,૪૦૦ ગણી શકીએ. એ આંકડે વતી ૯,૩૦,૦૦૦ ને ભાગીએ તો ૧૦૭૬ દિવસ થાય છે એટલે લગભગ ત્રણ વર્ષ થાય છે. જ્યારે ખાધાપીધા વગર તથા ઉંઘ્યા વગર એ આંકડા ગણતાં ત્રણ વર્ષ નીકળી જાય છે તો એ અંતર કેટલું હશે!

આપણે બીજી રીતે એ અંતરનો ખ્યાલ કરી જોઈએ. ૪૦ માઇલની ઝડપથી ચાલનારી આગગાડી કેટલે વખતે સૂર્યની પાસે જશે? આપણે એમ ધારીશું કે પૃથ્વીથી સૂર્ય સુધી આગગાડીની સડક છે અને રસ્તામાં બધી જાતની સગવડ છે (જો કે આ બનવું અશક્યજ છે.) જો આગગાડી રાત અને દિવસ અટક્યા વગર દોડ્યાજ કરે તો એક દિવસમાં ૯૬૦ માઇલ દોડી શકે. તો ૯,૩૦,૦૦,૦૦૦ માઇલ જેટલો અંતર કાપતાં લગભગ ૨૬૫ વર્ષ થશે. આટલા વર્ષનું આયુષ્ય કોનું હોય અને એટલા વખતના દરમ્યાનમાં કેટલી પેઢી થાય? શું રસ્તામાં મરણ જન્મ વગેરે વગેરે થાય? જે કોઈ આદમી અહીંથી નીકળે તે તો જવા પામી શકેજ નહીં. ગાડીમાં બેસનાર હાંકનાર વગેરેના પ્રપૌત્રના પ્રપૌત્ર પણ ત્યાં પોંચી શકે નહીં અને વચ્ચે કોઇનાં છોકરાં મરી ગયાં ને સત્યાનાશ ગયું તો ગાડીની શી વલે!

પૃથ્વી પોતાની કક્ષામાં કેટલા વેગમાં ચાલે છે તે સંબંધી વિચાર કરીશું. તેના માર્ગની લંબાઈ ૫૮,૫૦,૦૦,૦૦૦ માઇલ થાય છે. આ અંતર પૃથ્વી ૩૬૫ દિવસમાં કાપે છે તો ત્રિરાશીથી ગણતાં માલુમ પડશે કે એક દિવસમાં ૧૬,૦૦,૦૦૦ માઇલ, કલાકે ૬૬,૦૦૦ માઇલ, મિનિટે ૧૧૦૦ માઇલ, અને સેકન્ડે ૧૮ માઇલ રસ્તો પૃથ્વી કાપે છે. આપણે પા કલાક કોઇની સાથે વાત કરીએ એટલામાં તો ૧૬,૫૦૦ માઇલ મુસાફરી પૃથ્વી

પોતાની કક્ષામાં કરશે. આટલા બધા માઇલોની મુસાફરી આપણે કરીએ છીએ તે છતાં તે આપણને લાગતી નથી તેનું કારણ એ છે કે આપણને કાંઇ આંચકા ઉચકી લાગતા નથી, એટલે આપણને તેની ખબર પણ પડે શાની ?

આપણે આ મુસાફરી માઇલિમાં માપી તેને બદલે ખગોળશાસ્ત્રીઓ આ મુસાફરીને અંશમાં માપે છે. મોટા અંતરવાળી જગ્યાનું અંતર માઇલિ કરતાં અંશમાં માપવું ઠીક પડે છે. આપણી પૃથ્વી પર પણ માપવામાં આપણે અંશ વાપરીએ છીએ. વિષુવવૃત્તથી અમદાવાદ ૨૩° અંશ ઉત્તર દૂર છે. આનો જવાબ માઇલમાં પણ આપી શકાય એમ છે, પણ ભૂગોળ-શાસ્ત્રીઓ તો અંશમાંજ જવાબ આપે છે વિષુવવૃત્તથી જે અંતર ઉત્તર અથવા દક્ષિણ માપવામાં આવે છે તેને અક્ષાંશ કહે છે.

जुदां जुदां वर्ष.

વર્ષ ત્રણ તરેહનાં છે. એક નાક્ષત્ર વર્ષ, બીજું સૈાર વર્ષ, અને ત્રીજું રવિસમીપબિંદુ વર્ષ (Anomalistic year.) પૃથ્વી સૂર્યની એક પ્રદક્ષિણા કરે છે એટલે સૂર્ય એક નક્ષત્રમાંથી નીકળી પાછો તેજ નક્ષત્રમાં આવે છે તેને જે વખત લાગે છે તે નાક્ષત્ર વર્ષ કહેવાય છે. તેની લંબાઇ દિ. ૩૬૫–૬–૯.૬ છે. (સૂર્ય સિદ્ધાંત ૩૬૫–૬–૧૨–૩૬.૫૬). આકાશી વિષુવવૃત્ત અને ક્રાંતિવૃત્ત (સૂર્યનો દેખીતો માર્ગ) જે બે બિંદુમાં છેદે છે તેને વિષુવબિંદુ કહે છે. એમાં મેષ રાશીમાં જે બિંદુ આવે છે તેને મહા વિષુવ કહે છે. એક મહા વિષુવ બિંદુમાંથી નીકળીને સૂર્ય પાછો એજ બિંદુમાં આવે છે તેટલો વખત એક સૈાર વર્ષ કહેવાય છે. જો એ બિંદુઓ સ્થિર હોય તો નાક્ષત્ર વર્ષ અને સૈાર વર્ષની લંબાઈ એક સરખી થાત. પણ વિષુવબિંદુ કેટલાંક કારણને લીધે દર વર્ષે ૫૦.૨૭" વિકળા પૂર્વથી પશ્ચિમ જાય છે તેથી સૂર્યની મુસાફરી એટલી ટુંકી થાય છે. તેથી એ સૈાર વર્ષ નાક્ષત્ર વર્ષ કરતાં ટુંકું છે (૨૦ મિ. ૨૨.૯ સેકંડ.) એ સૈાર વર્ષની લંબાઇ દિ. ૩૬૫–૫–૪૮–૪૬.૭ સેકંડ છે. વિષુવબિંદુની ગતિમાં ફેરફારને લીધે દર સો વર્ષે સૈાર વર્ષ ૦–૫૯.૫ સેકન્ડ જેટલું ટુંકું થતુ જાય છે.

સૂર્ય પોતાના દેખીતા માર્ગમાં જ્યારે પૃથ્વીની અતિ નજદિક હોય છે ત્યારથી તે પાછા અતિ નજદિક આવવાને જે વખત લે છે તેને રવિ-સમીપબિંદુ વર્ષ કહે છે, અને તેની લંબાઇ દિ. ૩૬૫–૬–૧૩–૪૯·૩ સેકન્ડ છે.

જો આપણા તહેવારો સૂર્યની ગતિ પરજ આધાર રાખતા હોય તો સૌર વર્ષ ગણત્રીમાં કાયમ રાખવું સારૂં છે. દાખલા તરીકે મકર સંક્રાંતિ અથવા ઉત્તરાયણનો તહેવાર સૂર્યની ગતિ પર આધાર રાખે છે. ઉત્તરાયણ એટલે જે દિવસે સૂર્ય ઉત્તર તરફ જવાનું શરૂ કરે છે તે દિવસ. હવે જો હિંદુનું સૌર વર્ષ હોત તો એ તહેવાર એકવીસમી ડિસેમ્બરે આવવો જોઈએ. પણ આપણું નાક્ષત્ર વર્ષ છે માટે દર વર્ષ એ તહેવાર મી. ૨૦–૨૨·૯ મોડો આવતો જાય છે. હાલ ૨૧ મી ડિસેમ્બરને બદલે ૧૪ મી જાન્યુઆરીએ એ તહેવાર આવે છે, પણ ખરી રીતે જોતાં ૧૫ મી તારીખે (જાન્યુઆરી) ઉત્તરાયણ કોઈ પણ રીતે શરૂ થતું નથી. તે શરૂ થઈ ગયાને તો તે વખતે ૨૪ દિવસ થઈ ગયા હોય છે. પારસી લોકોનું વર્ષ ફક્ત ૩૬૫ દિવસનું ગણાય છે, એટલે સૂર્યની જોડે સંબંધ ધરાવનારા તહેવારોમાં ફેર પડે છે અને તે લગભગ ૬ કલાકનો છે. પારસી નવું વર્ષ ૨૧ મી માર્ચે (નવરોઝ) બેસવું જોઈએ તેને બદલે હાલ ૧૪ મી સપ્ટેમ્બરે બેસે છે. મુસલમાન લોકો ૧૨ ચાંદ્રમાસનું એક વર્ષ ગણે છે અને તેના દિવસ ૩૫૪–૮–૪૮ મિનિટ થાય છે, એટલે દર વર્ષે ૧૧·૧૨ દિવસ જલદી એમનું વર્ષ બેસે છે. તેથી એમના નવા વર્ષનો પહેલો દહાડો જુદી જુદી ઋતુમાં આવી જાય છે. તમે જોયું હશે કે રમજાન મહિનો ભાદરવામાં આવે છે. હિંદુ લોકો મુસલમાન લોકોની માફક ૧૨ ચાંદ્રમાસનું એક વર્ષ ગણે છે, પણ દર ત્રીજે વર્ષે અધિક માસ રાખવાથી એમના વર્ષમાં આટલો બધો ફેર આવતો નથી. હિંદુ લોકો ચાંદ્રવર્ષને અને નાક્ષત્ર વર્ષને એક સરખું કરવાને ૧૯ વર્ષમાં ૭ અધિક માસ ઉમેરે છે. નાક્ષત્ર વર્ષ અને ચાંદ્ર વર્ષ બેની વચમાં દર વર્ષે ૧૦ દિવસ ૫૩ ઘડી ૩૦·૧૨૩ પળનો તફાવત પડે છે. ૧૯ વર્ષમાં આ તફાવત ૨૦૬ દિવસ ૫૬ ઘડી ૩૨·૩૪ પળનો થાય છે અને સાત ચાંદ્ર માસના દિવસ ૨૦૬–૪૨–૫૦.૮૨ પળ થાય છે. તેથી

૧૯ ચાંદ્ર વર્ષમાં સાત ચાંદ્ર માસ ઉમેરે તો નાક્ષત્ર વર્ષ અને ચાંદ્ર વર્ષ એક સરખાં થઈ શકે છે. તેથીજ દર ૧૯ વર્ષમાં ૧૨ વર્ષ ૧૨ મહિનાના અને ૭ વર્ષ ૧૩ મહિનાના હિંદુ પંચાંગમાં હોય છે અને એ રિવાજ ઠેઠ ઋગ્વેદના વખતથી હિંદુ લોકોમાં પ્રચલિત છે. (અધિકમાસ, ક્ષયમાસ અને પુનમીઆં મહિના માટે જુઓ ચંદ્ર.)

अंग्रेजी वर्ष.

અંગ્રેજી વર્ષ પૂર્ણ સ્થિતિ પર કેવી રીતે આવ્યું તથા અંગ્રેજી માસોનાં નામ કેવી રીતે પડયાં તે વિષે હવે વિચાર કરીએ. રોમ શહેરના સ્થાપનાર રોમ્યુલસે (૭૫૩–૮૧૬ ઈ. સ. પૂર્વે રાજ્ય કર્યું) વર્ષના ૩૦૪ દિવસ નક્કી કર્યા અને તેના ૧૦ મહિનામાં ભાગ પાડયા. પરંતુ એ વર્ષ વ્યવહારમાં ગરબડ જેવું લાગ્યું, તેથી રોમના બીજા રાજા ન્યુમા પોમ્પીલીઅસે (૭૧૬–૬૭૩ ઈ. સ. ની પૂર્વે રાજ્ય કર્યું) બે નવા માસ ફેબ્રુઆરી ને જાન્યુઆરી ઉમેર્યા. જાન્યુઆરીને વર્ષની શરૂઆતમાં અને ફેબ્રુઆરીને વર્ષને અંતે તેણે મૂક્યો. પાછળથી આ ગોઠવણ ફેરવી નાંખીને તેણે પહેલો જાન્યુઆરી કાયમ રાખ્યો અને બીજો ફેબ્રુઆરી ગોઠવ્યો; પણ આથી સપટેમ્બર, ઓક્ટોબર, નવેમ્બર અને ડિસેમ્બર જે સાતમો, આઠમો, નવમો અને દશમો મહિનો હતો તે નવમો, દશમો, અગીઆરમો અને બારમો ગણાવા લાગ્યા. ન્યુમાનો પહેલો વિચાર તો ૩૦૪ દિવસમાં બીજા ૫૦ દિવસ ઉમેરવાનો હતો પણ બેકી આંકડો આપણી માફક અશુભ ગણી એકી આંકડો થાય માટે તેણે ૩૫૫ દિવસનું વર્ષ રાખ્યું, અને નીચે પ્રમાણે મહિનાના દિવસની ગોઠવણ રાખી.

જાન્યુઆરી	૨૯	મે	૩૧	સપટેમ્બર	૨૯
ફેબ્રુઆરી	૨૮	જુન	૨૯	ઑક્ટોબર	૩૧
માર્ચ	૩૧	જુલાઈ	૩૧	નવેમ્બર	૨૯
એપ્રિલ	૨૯	ઑગસ્ટ	૨૯	ડીસેમ્બર	૨૯

જાન્યુઆરી નામ જેનસ દેવ પરથી પડયું છે; આ દેવતા સ્વર્ગનો દ્વારપાળ છે. એ દેવને બે ઉલટી દિશામાં મુખ છે, એક ગત વર્ષ અને

બીજું નવીન વર્ષ સૂચવે છે. ફેબ્રુઆરી નામ ફેબ્રુઆ (જુનેાનું બીજું નામ) દેવી પરથી પડયું છે. સ્ત્રીઓ એ માસમાં જે વ્રતેા કરતી તેની એ અધિ-રક્ષક દેવી હતી એમ રેામન લેાકેાનું માનવું હતું. માર્ચ માસનું નામ માર્સ-દેવ (સંગ્રામ દેવ, સંરક્ષક દેવ) પરથી પડેલું છે. એપ્રિલ નામ એપેરિયેા (ઉઘડવું, ખીલવું) પરથી પડયું છે; કારણ કે આ માસમાં ફુલ ખીલે છે. કેટલાક કહે છે કે એપ્રિલ નામ એફ્રોડાઇટિ (કામદેવ) પરથી પડેલું છે. મે આ સંજ્ઞા મગ્ (વૃદ્ધિ પામવી) ધાતુ પરથી પડેલું છે, કારણ કે આ માસમાં વનસ્પતિની વૃદ્ધિ થાય છે. જુનેા (ઇંદ્રાણી) ના નામ પરથી જુન માસનું નામ પડયું છે. જુન પછીના મહિનાનું નામ ક્વીંકટીલીસ હતું (માર્ચથી વર્ષ ગણાતાં આ માસ પાંચમેા આવે છે.) પણ જુલીઅસ સીઝરના નામ પરથી તેનું નામ જુલાઈ પડયું. આ માસમાં જુલીઅસ સીઝરનેા જન્મ થયેા હતેા. પછીનેા સેક્ષટીવીસ (છઠ્ઠો) નામે એાળખાતેા, પણ ઑગસ્ટસ સીઝરના માનની ખાતર આનું નામ બદલી ઓગસ્ટ રાખવામાં આવ્યું. ત્યાર પછીના મહિનાનાં નામ જુના વખતના સપટેમ્બર, ઓકટેા-બર, નવેમ્બર અને ડિસેમ્બર (જુની ગેાઠવણ પ્રમાણે સાતમેા, આઠમેા, નવમેા અને દશમેા) એ પ્રમાણે રહેવા દીધાં હતાં.

૩૫૫ દિવસનું વર્ષ પણ ટુંકું નીવડયું તેથી ન્યુમાએ હુકમ કર્યો કે દર બીજે વર્ષે એક અધિક માસ ઉમેરવેા, અને ચાર વર્ષમાં એક અધિક માસ ૨૨ દિવસનેા ને બીજો ૨૩ દિવસનેા એવી ગેાઠવણ રાખવી. આવા ચાર વર્ષના ૧૪૬૫ દિવસ થયા એટલે વર્ષના સરાસરી દિવસ ગણતાં ૩૬૬¼ દિવસ થવા લાગ્યા. આથી વર્ષ એક દિવસ વધારે લાંબું થયું. આ પ્રમાણે ૨૪ વર્ષમાં ૨૪ દિવસ વધી ગયા. ત્યારે ન્યુમાએ હુકમ કર્યો કે ૨૪ વર્ષમાં ૧૬ વર્ષ તેા આવી ગેાઠવણ રાખવી પણ છેલ્લાં આઠ વર્ષમાં ચાર અધિક મહિનાને બદલે ત્રણ અધિક મહિના રાખવા ને તે દરેક અધિક મહિ-નાની લંબાઈ ૨૨ દિવસની રાખવી. એટલે ૨૪ વર્ષની સરાસરી લેતાં વર્ષ ૩૬૫¼ દિવસનું થઈ રહ્યું. એ અધિક માસ કયારે રાખવા એ સંબંધીનું કામકાજ ધર્મગુરૂઓને સેાંપવામાં આવ્યું હતું. ધર્મગુરૂઓ પાછળથી આ

સત્તાનો દુરઉપયોગ કરવા લાગ્યા. કોઈ મેજીસ્ટ્રેટની મુદ્દત વધારવા વચ્ચે અધિક મહિનો ગમે ત્યારે ગોઠવી દેતા અથવા ચુંટણી જલદી કરવા માટે અધિક માસ આવતો હોય તોપણ ઉમેરતા નહિ. આ કારણથી પંચાંગમાં ગરબડ વધી ગઈ. જુલીઅસ સીઝરના વખતમાં આ ગરબડ એટલી બધી વધી ગઈ કે જે તહેવારો શિઆળાના મહિનાના હતા તે ઉનાળામાં આવવા લાગ્યા. તેથી આ ગરબડ મટાડવાને જુલીઅસ સીઝરે સૂર્ય પરથીજ વર્ષની બાંધણી કરવાનો વિચાર કર્યો ને તે ઈરાદાથી મિસર દેશના સોસાજીનીસ નામના ખગોળશાસ્ત્રીને બોલાવ્યો. એણે તેની મદદથી હુકમ કર્યો કે વર્ષની લંબાઈ ૩૬૫$\frac{1}{4}$ દિવસની રાખવી અને મહિનાના દિવસની ગોઠવણ હાલ છે તેના કરતાં ઘણીજ સરળ રાખી. પહેલો, ત્રીજો, પાંચમો, સાતમો, નવમો અને અગીઆરમો એ દરેક માસના ૩૧ દિવસ અને ફેબ્રુઆરી સિવાય દરેક બેકી મહિનાના ૩૦ દિવસ અને ફેબ્રુઆરીના ૨૯ દિવસ એમ કરી ૩૬૫ દિવસ ગણવા અને વર્ષની સરાસરી લંબાઈ ૩૬૫$\frac{1}{4}$ દિવસની રાખી. એટલે દર ચોથે વર્ષે વર્ષ ૩૬૬ દિવસનું થાય ને તેમાં ફેબ્રુઆરીના ૩૦ દિવસ રાખવા. ત્યાર પછી ઑગસ્ટસ નામના શહેનશાહે વિચાર કર્યો કે જુલાઈ માસ જેનું નામ જુલીઅસ પરથી પડયું હતું તેના ૩૧ દિવસ તો મારા નામ પરથી જે માસ પડયો છે તેના ૩૧ દિવસ શા માટે નહિ? આથી તેણે ફેબ્રુઆરીમાંથી એક દિવસ કહાડીને ઑગસ્ટના ૩૧ દિવસ અને ફેબ્રુઆરીના ૨૮ દિવસ કર્યા. પણ હવે જુલાઈ, ઑગસ્ટ અને સપટેમ્બર એ ત્રણ મહિના ૩૧ દિવસના સાથે આવે એ ગોઠવણ સારી નહિ ને જુલાઈ અને ઑગસ્ટમાં ફેરફાર કરી શકાય તેમ નહિ તેથી સપટેમ્બર ૩૦, ઑક્ટોબર ૩૧, નવેમ્બર ૩૦ અને ડિસેમ્બરના ૩૧ દિવસ રાખી વર્ષ ૩૬૫ દિવસનું કર્યું. જો જુલીઅસ સીઝરની ગોઠવણી પ્રમાણે અંગ્રેજી માસના દિવસની ગોઠવણ હોત તો છોકરાઓને માસના દિવસ મોઢે ગોખવાની જરૂર પડત નહિ. કારણ કે એકી માસના ૩૧, ને બેકી માસના ૩૦ દિવસ સહેલાઈથી યાદ રહેત.

ટુંકમાં એણે ૩૬૫$\frac{1}{4}$ દિવસનું વર્ષ ગણ્યું. પણ ખરૂં જોતાં સૌર વર્ષ

૩૬૫–૫–૪૮$\frac{૩}{૪}$ મિનિટનું છે. તેથી દરવર્ષે ૧૧$\frac{૧}{૪}$ મિનિટની ભૂલ થવા માંડી. ઈ. સ. ૧૫૮૨ માં પોપ ગ્રેગરીના વખતમાં એ ભૂલ વધીને ૧૦ દિવસની થઈ, અને જે મેષ બિંદુ પર સૂર્ય તા. ૨૧ મી માર્ચે આવવો જોઇતો હતો તેને બદલે ૧૧ મી માર્ચે આવવા લાગ્યો. તે છતાં એ તહેવાર ૧૦ દિવસ પછીજ પાળવામાં આવતો. તેથી તેરમા પોપ ગ્રેગરીએ હુકમ કર્યો કે સૈકાના વર્ષ સિવાયના જે વર્ષને ચારે ભાગવાથી નિઃશેષ ભાગ શકાય તે વર્ષમાં ફેબ્રુઆરીના ૨૯ દિવસ રાખવા અને સૈકાના વર્ષના જે વર્ષને ૪૦૦૦ વડે નિઃશેષ ભાગી શકાય તેના પણ ફેબ્રુઆરીના ૨૯ દિવસ રાખવા અને બાકી બધાં વર્ષમાં ફેબ્રુઆરીના ૨૮ દિવસ ગણવા. આટલું કરતાં છતાં પણ ભૂલ રહી જાય છે. ૧૦,૦૦૦ ગ્રેગરી વર્ષમાં ૩૬,૫૨,૪૨૫ દિવસ થાય છે એટલે ગ્રેગરી વર્ષની લંબાઈ ૩૬૫·૨૪૬૫ થાય છે તેથી દશ હજાર વર્ષથી અંદર અંદર ૨·૬ દિવસની અથવા દિ. ૨–૧૪–૨૪ મિનિટ અથવા ૩૮૪૬ વર્ષમાં એક દિવસની ભૂલ આવે છે અથવા એક વર્ષે ૨૨ સેંકડની ભૂલ આવે છે, તેથી જે વર્ષને ૪૦૦૦ વડે નિઃશેષ ભાગી શકાય તેવા વર્ષમાં ફેબ્રુઆરીના ૨૮ દિવસ રાખવા એવો પણ હુકમ કર્યો. હવે જે ભૂલ રહે છે તે માત્ર ૧,૦૦૦૦૦ ગ્રેગરી વર્ષમાં એક દિવસની આવે છે. એ લાખ વર્ષ કોણે જોયાં ? વળી ઉપલી દશ દિવસની ભૂલ સુધારવા ૧૫૮૨ ના ઑક્ટોબરની ૪ થી તારીખને બીજે દિવસે પાંચમી તારીખ ગણવી નહિ પણ ૧૫ મી તારીખ ગણવી એવો હુકમ પોપે કર્યો હતો. પોપની સત્તાવાળા મુલકોએ એ સુધારો તરતજ કબૂલ કર્યો, પણ જે મુલકો પોપની સત્તા નીચે નહોતા, તે લોકોએ એકદમ એ સુધારો કબૂલ કર્યો નહિ. ઇંગ્લંડમાં એ સુધારો ૧૭૫૨ માં દાખલ કરવામાં આવ્યો. ગ્રેગરીએ આ સુધારો દાખલ કર્યો ત્યાર પછી આ બાબતને ૧૭૦ વર્ષ થઈ ગયાં હતાં તેથી ઇંગ્લંડમાં ૧૧ દિવસ કાઢી નાંખવા પડયા. પાર્લામેન્ટે હુકમ કાઢયો કે સપટેંબર બીજી પછી ત્રીજી નહિ પણ સપટેંબર ૧૪ મી કહેવી. વળી માર્ચની ૨૫ મીએ વર્ષની શરૂઆત ગણવામાં આવતી તે બદલી નાંખીને જાન્યુઆરીની પહેલીથી વર્ષ બદલવું એવો હુકમ કર્યો. હજુ જુના રિવાજને

માન આપી સરકારી નવું વર્ષ એપ્રિલથી ગણાય છે. રૂશિઆમાં બે રિવાજ પ્રમાણે તારીખ ગણવામાં આવે છે.

ઇંગ્લંડમાં આ ફેરફાર દાખલ કરતી વખતે ગરીબ લોકોએ બંડ કર્યાં અને પંચાંગ સુધારનાર સભાસદોને મારવાની પણ ગોઠવણ કરી હતી. બ્રેડલી નામના ખગોળશાસ્ત્રીએ આ ફેરફાર કરવામાં સરકારને મદદ કરી હતી. તે માંદો પડયો અને મરી ગયો ત્યારે લોકોએ કહ્યું કે ઇશ્વરે એનાં કૃત્યોને માટેજ સજા કરી છે.

મુસલમાન લોકો મોહોરમના મહિનાની પહેલી તારીખથી નવું વર્ષ ગણે છે.

ગ્રીસ દેશના લોકોએ ચંદ્ર ઉપરથી માસની અને વર્ષની ગોઠવણ રાખી હતી. સોલને (૬૩૮ ઇ. સ. પૂ) બાર માસના ૨૯ અને ૩૦ એમ વારાફરતી મુસલમાન લોકોની માફક દિવસ રાખ્યા હતા અને સૂર્ય અને ચંદ્ર વર્ષ એક સરખું કરવાને દર બીજે વર્ષે ૩૦ દિવસનો અધિક માસ ઉમેરવાનો હુકમ કર્યો. આથી બે વર્ષમાં ૩૫૪×૨+૩૦ એટલે ૭૩૮ દિવસ થયા અને બે સૈાર વર્ષમાં ૭૩૦½ દિવસ થાય જેથી ૭½ દિવસ વધી ગયા. તેથી દર આઠમે વર્ષે અધિક મહિનો ન ઉમેરવો એવો હુકમ કર્યો. બે વર્ષે ૭½ દિવસ એટલે આઠ વર્ષે ૩૦ દિવસની ભૂલ આવે અને જો એ ૩૦ દિવસ ગણવામાં ન આવે તો ભૂલ જતી રહે એટલે દર આઠ વર્ષની અંદર ત્રણ અધિક માસ ઉમેરવા એવો હુકમ કર્યો. પણ આ પ્રમાણે આઠ વર્ષના ૨૯૨૨ દિવસ થયા અને ખરેખરા ચાંદ્ર માસ ૯૯ ના ૨૯૨૩.૫૩૮ દિવસ થાય છે. આથી આઠ વર્ષે ૧.૫૨૮ દિવસની ભૂલ આવી, ૧૫ વર્ષે એથી ૩ દિવસની ભૂલ આવી અને ૧૬૦ વર્ષે એવી ભૂલ ૩૦ દિવસની આવી, તેથી વળી એવો બીજો હુકમ કર્યો કે ૧૬૦ વર્ષે એક અધિક માસ છોડી દેવો. પણ જો બરાબર સંભાળ ન રાખે તો આમાં ગડબડ થવાનો સંભવ રહે છે અને કેટલેક વખતે બન્યું પણ તેમજ. મીટન નામના આદમીએ (ઇ. સ. ની પૂર્વે પાંચમી સદી) એમાં સુધારો કર્યો. એણે જોયું કે બરા-

બર ૧૯ સૈાર વર્ષમાં ૨૩૫ ચાંદ્રમાસ આવે છે. તેથી તેણે કહ્યું કે ૧૯ વર્ષમાં બાર વર્ષ ૧૨ ચાંદ્રમાસના રાખવા અને સાત વર્ષ ૧૩ ચાંદ્રમાસના રાખવા અને તેમાં ત્રીજું, પાંચમું, આઠમું, અગીઆરમું, તેરમું, સોળમું, અને ઓગણીસમું વર્ષ અધિક માસનું રાખવું. હિંદુ અધિક માસની ગોઠવણ આ પ્રમાણેજ છે. પુરા ચાંદ્રમાસની લંબાઈ ૨૯½ દિવસ કરતાં વધારે છે તેથી માસની લંબાઈ કેટલી રાખવી તે સવાલ ઉભો થયો. ૨૩૫ માસના દર માસના ૩૦ દિવસ લેખે ૭૦૫૦ દિવસ થયા એટલે ખરા દિવસ કરતાં ૧૧૦ દિવસ વધારે થયા. ત્યારે એણે કહ્યું કે દરેક માસ ૩૦ દિવસનો રાખવો, પણ દર ૬૪ મે દિવસે એક તારીખ ઓછી ગણવી એટલે તે મહિનામાં ૨૯ દિવસ ગણવા. આપણા ચાંદ્રમાસમાં કોઈ મહિનો ૩૦ દિવસનો થાય છે. ૧૯ વર્ષનું સાઇકલ શરૂ થયા પછી ૬૪ મો દિવસ જે મહિનામાં આવે તે મહિનો ૨૯ દિવસનો થાય છે.

યાહુદી લોકોનું વર્ષ.

યાહુદી લોકો બાર ચાંદ્રમાસનું વર્ષ ગણે છે, અને સૂર્યના વર્ષ સાથે ચાંદ્રવર્ષ મેળવવાને એક અધિક માસ તેઓ ઉમેરે છે. એ લોકો પણ ૧૯ વર્ષનું એક સાઇકલ ગણે છે અને તે સાઇકલનું ત્રીજું, છઠ્ઠું, આઠમુ, અગીઆરમું, ચૈાદમું, સત્તરમું અને ઓગણીસમું એટલા વર્ષમાં એક અધિક માસ ઉમેરે છે અને તે અધિક માસ છઠ્ઠા મૂકે છે અને તેને વીઅદર કહે છે. યાહુદી લોકોનું વર્ષ સપટેંબરમાં જ્યારે સૂર્ય જળ વિષુવ બિંદુ પર આવે છે ત્યારથી ગણાય છે.

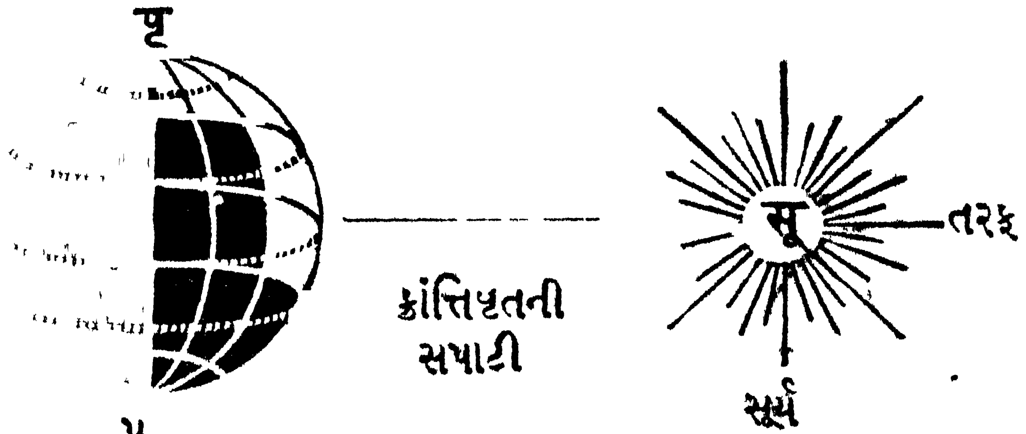
વિ॰વવૃત્તની સપાટી અને ક્રાંતિ॰ત્તની સપાટી.

જ્યારે પૃથ્વી પોતાની ધરી પર ફરે છે ત્યારે બે ધ્રુવ બિંદુ સિવાય પૃથ્વીનું દરેક બિંદુ વર્તુલ દર્શાવે છે. બિંદુઓથી ધરીની આસપાસ થયલા વર્તુલો એક બીજાને સમાંતર છે પણ તેઓ મોટા નાના છે. બે ધ્રુવની બરાબર વચ્ચેનું બિંદુ એટલે વિષુવવૃત્ત ઉપરનું બિંદુ જે વર્તુલ દર્શાવે છે તે વર્તુલની સપાટી વિષુવવૃત્તની સપાટી અથવા ધરી પર ફરવાની સપાટી

કહેવાય છે. આકાશી વિષુવવૃત્ત આ સપાટીની અંદર આવેલું છે એટલે પૃથ્વીનું વિષુવવૃત્ત અને આકાશી વિષુવવૃત્ત બંને એકજ સપાટીમાં છે, એટલે આ સપાટીને એક નાકે પૃથ્વીનું વિષુવવૃત્ત અને બીજે નાકે આકાશી વિષુવ-વૃત્ત આવેલું છે.

એવીજ રીતે જ્યારે પૃથ્વી સૂર્યની પ્રદક્ષિણા કરે છે તે વખતે તેના વિષુવવૃત્ત પરનું જે કોઈ બિંદુ લંબગોળ વર્તુલ દર્શાવે છે તે લંબગોળની સપાટી પૃથ્વીની પ્રદક્ષિણાની સપાટી અથવા ક્રાંતિવૃત્તની સપાટી કહેવાય છે. સૂર્યનો દેખીતો ફરવાનો માર્ગ ક્રાંતિવૃત્ત કહેવાય છે અને તે આ સપાટીનો આકાશ તરફનો છેડો છે.

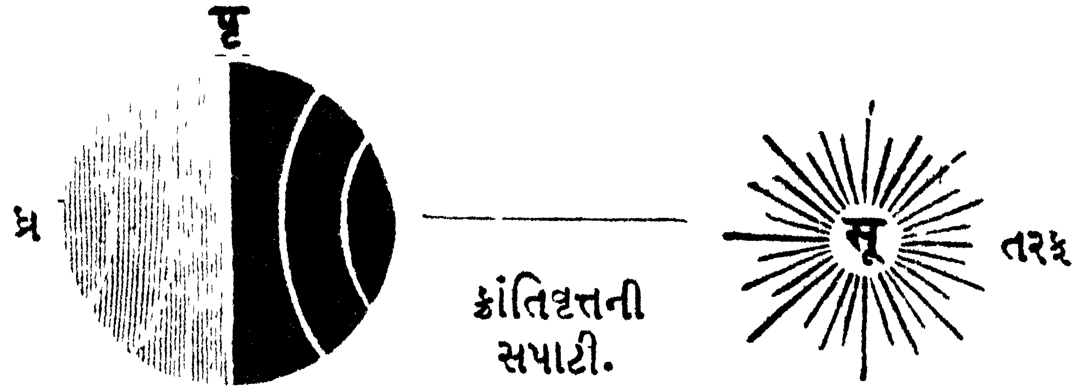
આ બંને સપાટી એક સીધી લીટીમાં નથી. જો તે બંને એકજ સીધી લીટીમાં હોય તો પૃથ્વી પર આખું વર્ષ બધેજ રાત અને દહાડો સરખો હોવો જોઇએ. પણ આપણે જોઇએ છીએ કે શિઆળામાં દહાડો ટૂંકો અને ઉનાળામાં દહાડો લાંબો હોય છે માટે બંનેની સપાટી એક, સીધી લીટીમાં હોવી જોઈએ નહીં (આકૃતિ ૧૨ મી).



આકૃતિ ૧૨ મી.

બંને સપાટી એક લીટીમાં.

જો બંને સપાટી એક બીજાને કાટખૂણે હોય એટલે પૃથ્વીની ધરી ક્રાંતિવૃત્તની સપાટીને સમાંતર હોય તો એક દિવસ આખા ઉત્તર ગોળાર્ધમાં ૨૪ કલાકનો દહાડો થાય. પણ આપણે કંઈ તેમ જોતા નથી માટે બંને સપાટી એક બીજાને કાટખુણે પણ નથી. (આકૃતિ ૧૩ મી).



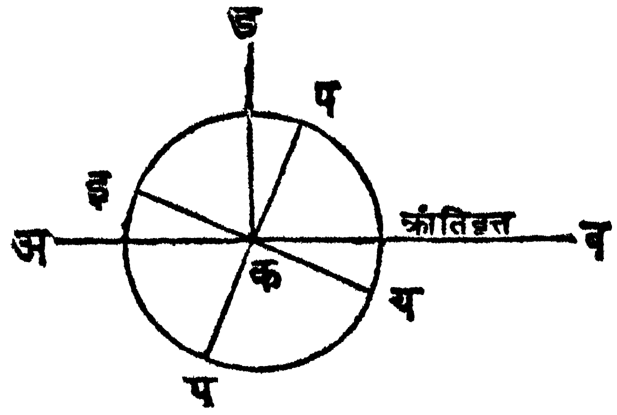
આકૃતિ ૧૩ મી.

બંને સપાટી કાટખુણે.

જો બંને સપાટી સીધી લીટીમાં પણ નથી અને બંને કાટખુણે પણ નથી તો બંનેની વચ્ચે ખુણો હોવો જોઈએ. તે ખુણો $23\frac{1}{2}°$ નો છે. આ પ્રમાણે જો બે સપાટી વચ્ચે $23\frac{1}{2}°$ નો ખુણો છે તો પૃથ્વીની ધરી અને ક્રાંતિવૃત્તની સપાટી એ બેની વચ્ચે $66\frac{1}{2}°$ નો ખુણો થાય છે (આ. ૧૪ મી).

નીચેની આકૃતિ ૧૪ મીમાં **अ ब** ક્રાંતિવૃત છે અને **इ य** એ વિષુવવૃત્ત છે. એ બેની વચ્ચે **क** ખુણો $23\frac{1}{2}°$ નો છે. **प प** પૃથ્વીની ધરી છે અને **क ड** એ **अ ब** ને કાટખુણે છે.

लांबा टुंका दहाडानी समज.



આકૃતિ ૧૪ મી.

પૃથ્વીને બે ગતિ છે. એક ધરી પર ફરવાની અને બીજી સૂર્યની આજુબાજુ ફરવાની. વળી આપણે વાંચ્યું કે આ બંને માર્ગની સપાટી વચ્ચે $23\frac{1}{2}°$ અંશનો ખુણો છે. પૃથ્વી, પ્રદક્ષિણા ફરતી વખતે પોતાની ધરી એકજ દિશામાં રાખે છે. જો ધરીની દિશા બદલાતી હોત તો ધ્રુવનો તારો જે એકજ સ્થાને આપણે જોયા કરીએ છીએ તે તેમ દેખાત નહિ.

પૃથ્વીની ધરી પ્રદક્ષિણા વખતે એકજ દિશામાં રહે છે અને એ ધરી અને ક્રાંતિવૃત્તની સપાટી વચ્ચે $66\frac{1}{2}°$ અંશનો ખુણો થાય છે તે કારણને

લીધે દહાડાની લંબાઈ લાંબી ટૂંકી માલમ પડે છે. વિષુવવૃત્ત પર તો રાત અને દહાડો સરખી લંબાઈનાંજ હોય છે, અને જેમ ઉત્તર અને દક્ષિણ તરફ જતા જઈએ છીએ તેમ લંબાઈમાં ફેર માલમ પડતો જાય છે. છેક ધ્રુવ પર તો છ મહિના દહાડો રહે છે અને છ મહિના રાત રહે છે. ઉત્તર ગોળાર્ધમાં શિઆળામાં દહાડા ટૂંકા હોય છે; કારણ કે પૃથ્વીની ધરીના ખુણાને લીધે અજવાળામાં ખરી રીતે પૃથ્વીને ફરી રહેતાં જેટલો વખત લાગે છે તેના કરતાં અંધારામાં તે વખતે વખત વધારે લાગે છે. એજ કારણને લીધે ઉનાળામાં ઇંગ્લંડમાં ૨૧ મી જુને સવારે ક. ૩–૪૪ મિનિટે સૂર્યનો ઉદય થાય છે અને સાંઝે ક. ૮–૧૮ મિનિટે સૂર્યનો અસ્ત થાય છે. સૂર્ય અસ્ત થયા પછી કલાકેક સુધી પ્રકાશ રહે છે એટલે ક. ૯–૧૮ સુધી દહાડો રહે છે. શિઆળામાં ઇંગ્લંડમાં ૩૧ ડિસેમ્બરે સૂર્યનો ઉદય ક. ૮–૮ મિનિટે અને સૂર્યાસ્ત ક. ૩–૫૮ મિનિટે થાય છે અને દીવા ક. ૪–૫૮ મિનિટે (ઇંગ્લંડના વખત પ્રમાણે, સ્ટાન્ડર્ડ ટાઇમ નહિ) થાય છે. આપણે અહીં દહાડાની લંબાઇમાં એટલો બધો ફેર પડતો નથી.

હિંદુસ્તાનનો એક વતની એક વખત ઈંગ્લંડ ગયો હતો. ઉનાળામાં ચાર વાગે તે સાહેબની આંખ ઉઘડી ને આજુબાજુ તડકો જોઈને વિચારમાં પડયો કે હજુ સુધી મારી ચાકરડી મારે સારૂ ચા કેમ લાવી નહિ ને મને ઉઠાડયો પણ કેમ નહિ. સાહેબનો મીજાસ હાથ રહ્યો નહિ તેથી ચાકરડીને બોલાવવા એકદમ જોરથી ઘંટ વગાડયો. ચાકરડી વિચારમાં પડી કે આ શેઠ મને ચાર વાગે કેમ બોલાવે છે. પણ નોકર તે નોકર જ. ઘંટને લીધે તે હિંદુસ્તાનના વતની પાસે ગઇ અને પૂછયું કે તમે મને કેમ બોલાવો છો? પેલાએ કહ્યું કે સૂર્ય આટલો બધો ચઢયો છે તો પણ હજુ સુધી તેં મારે માટે ચા તૈયાર કરી નથી? ચાકરડીએ જવાબ દીધો કે શેઠ આ તો હિંદુસ્તાન નથી પણ ઈંગ્લંડ છે, ને ઇંગ્લંડમાં ઉનાળામાં ચાર વાગે સવારે જે તડકો હોય છે, તેવો તડકો હિંદુસ્તાનમાં આઠ વાગે હોય છે, માટે આપ ઉંઘી જાઓ ને બે કલાક પછી વખત થશે ત્યારે ચા કરી તમારે સારૂ લાવીશ. પેલો બિચારો હિંદુસ્તાનનો વતની ગુપચુપ એક પણ શબ્દ બોલ્યા સિવાય સુઈ ગયો. જેને પુરતું જ્ઞાન હોતું નથી તે આવી રીતે ફજેતીને પાત્ર થાય છે.

ધ્રુવ પર તો ૭ મહિના દહાડો અને ૭ મહિના રાત્રિ રહે છે. કોઈ પણ માણસ બરાબર ઉત્તર ધ્રુવ અથવા પશ્ચિમ ધ્રુવ પર જઈ શક્યું નથી. (હાલ કુક સાહેબ ઉત્તર ધ્રુવ પર જઈ આવ્યા છે.) પણ જે લોકોએ ધ્રુવની આજુબાજુના મુલકમાં મુસાફરી કરી છે તેઓ પોતાના અનુભવ પરથી જણાવે છે કે શિઆળામાં ત્યાં સૂર્ય ઉગતોજ નથી, પણ બધું અંધકારમય હોય છે, તથા ત્યાં અતિશય ઠંડી હોય છે. જે વખતે ત્યાં છ માસ સુધી સૂર્ય હોય છે તે વખતે એ તરફ કેટલાક શોખીનો મુસાફરી કરવા જાય છે, અને મધ્ય રાત્રીએ પણ સૂર્યને જુએ છે. લૉર્ડ ડફરીન જે એક વખત હિંદુસ્તાનના વાયસરૉય હતા તે આવી મુસાફરી કરવા ઉનાળામાં ત્યાં ગયા હતા. તેમણે જે ત્યાંથી કાગળો લખ્યા હતા તેમાં કેટલીક જાણવા જેવી બાબત આપેલી છે. એ લખે છે કે જ્યાં સુધી અમારૂં વહાણ ૬૬½° ઉત્તર અક્ષાંશ પર આવ્યું ત્યાં સુધી અમને કંઈ પણ અડચણ નડી નહિ. અમારી પાસે એક કુકડો હતો તે બરાબર વખતસર કુકડેકુક કરતો હતો, અને પોતાની ફરજ શી છે તે બરાબર સમજતો હતો. તેથી બરાબર સૂર્યોદય તે વખતે બોલતો હતો. પણ અહીં તો સૂર્ય આથમતોજ નહિ એટલે ઉદય પણ શાનો? બિચારા કુકડાએ શું કરવું? એણે પોતાથી બનતું કરવા માંડયું. ગમે તે કલાકે કુકડેકુક કરવા માંડયું અને પછી તો તેણે બોલવુંજ બંધ કર્યું. આથી કંઈ સૂર્ય તો આથમ્યો નહિ ત્યારે તેણે મોટેથી બરાડવા માંડયું. આખરે તે બિચારો થાક્યો અને વિચાર્યું કે સૂર્ય આવો ઘાતકી થઇ ગયો છે માટે મારે જીવવું સારૂં નહિ એમ સમજી વહાણમાંથી કુદકો મારી ઉત્તર મહાસાગરના અગાધ જળમાં તેણે પોતાનો પ્રાણ ગુમાવ્યો.

ध्रुव उपरनो देखाव.

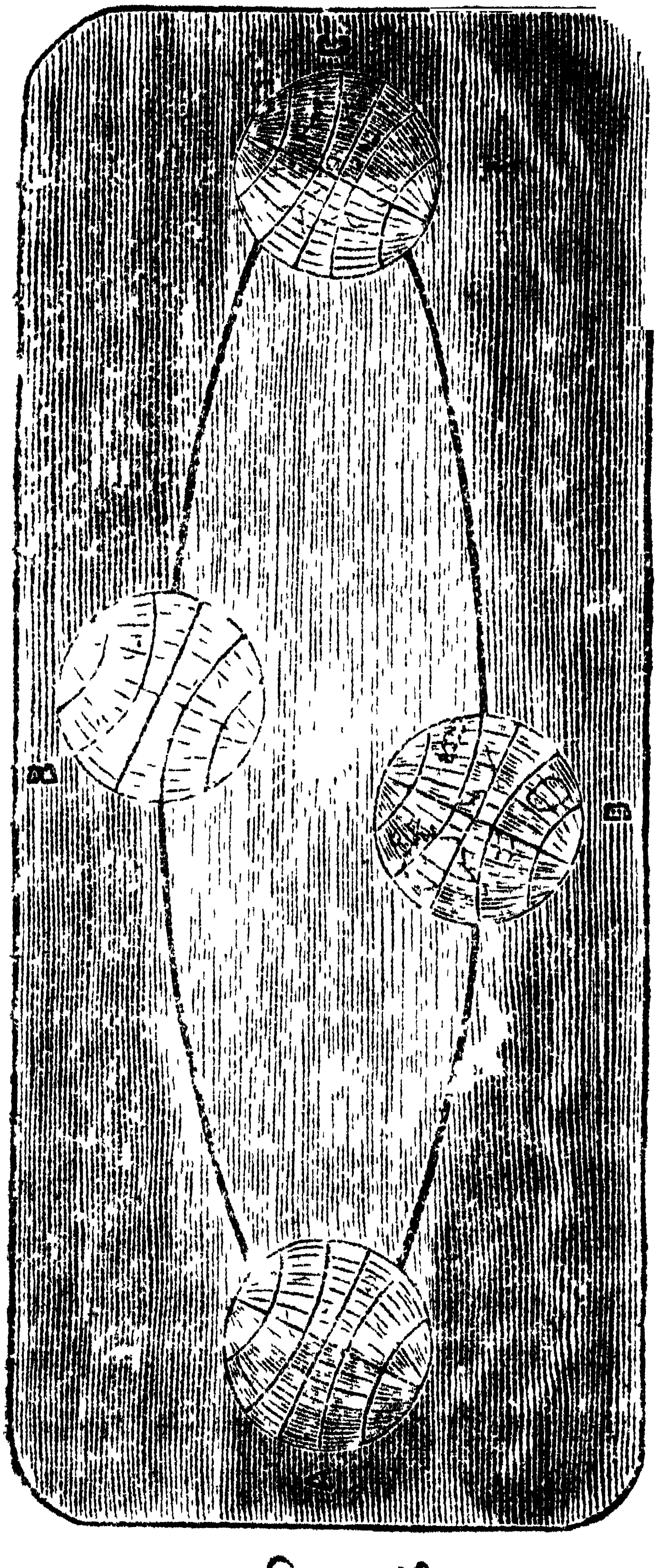
કવિઓની જે કલ્પનાશક્તિ છે તેના કરતાં ખગોળશાસ્ત્રીની કલ્પના જુદાજ પ્રકારની છે. કવિઓની વાત ખરી પડે કે ન પડે પણ ખગોળશાસ્ત્રી તો આજથી એક હજાર વર્ષની વાત કહે તે ખરીજ પડશે. ખગોળશાસ્ત્રીઓ ઉત્તર ધ્રુવ પર ગયા નથી, પણ ઉત્તર ધ્રુવ વિષે જે એમણે લખ્યું છે તે જો આપણામાંનો કોઈ પણ પવનપાવડી પર બેસી ધ્રુવ પર ઉતરશે તો જોશે. ત્યાં આગળ આપણે જેમ સૂર્યને પૂર્વમાં ઉગતો અને પશ્ચિમમાં

આથમતો જોઈએ છીએ તેવું કાંઈ નથી. સૂર્ય ત્યાં ગોળ ચક્કરમાંજ ફરતો માલમ પડશે. જેમ જેમ વખત જતો જશે તેમ તેમ નીચે નીચે ઉતરતો જશે ને પછી છેક દૃષ્ટિમર્યાદા પર ચક્કર ખાતો માલમ પડશે. પછી દૃષ્ટિમર્યાદાની નીચે ઉતરશે એટલે રાત્રિ થશે. જેમ આપણને અહીં દહાડા અને રાત્રિ વચ્ચે ઝળઝળું માલમ પડે છે તેમ ત્યાં બે માસ સુધી ઝગઝળું માલમ પડશે, પછી બે માસ સુધી તદન રાત્રી જેવુંજ લાગે છે અને પછીના બે માસ જેમ પ્રભાતમાં આપણને રાત્રિ અને સૂર્યોદય વચ્ચે ઝળઝળું માલમ પડે છે તેમ માલમ પડશે. જેમ આપણને એ ઉષાનું તેજ રમણીય લાગે છે, તેમ ત્યાંના માણસોને પણ એ તેજ આનંદમય લાગતું હોવું જોઈએ. ઋગ્વેદમાં ઉષાનું વર્ણન કરેલું છે અને ઉષાનું તેજ બબ્બે માસ સુધી રહેતું એમ લખેલું છે તે ઉપરથી કેટલાક વિદ્વાનોનો મત એવો છે કે આર્યોનું અસલ સ્થાન મધ્ય એશીઆમાં નહિ પણ ધ્રુવપ્રદેશમાં હોવું જોઈએ.

ऋतुओ.

હવાની અંદર જે ફેરફારો જોવામાં આવે છે તેને લીધે વર્ષના ઋતુઓમાં ભાગ કરેલા છે. આપણામાં છ ઋતુ છે અને તે છ નાં નામ છેક ઋગ્વેદમાં પણ જોવામાં આવે છે. આગળ દર્શાવેલું છે તેમ રાશીચક્રના બાર ભાગ કરેલા છે ને તે દરેકને રાશી કહે છે. એ રાશીઓનાં નામ મેષ, વૃષભ, મિથુન, કર્ક, સિંહ, કન્યા, તુળા, વૃશ્ચિક, ધન, મકર, કુંભ, અને મીન છે. ક્રાંતિવૃત્તના માર્ગમાં જે નક્ષત્રો છે તેના આકાર કલ્પીને આ નામો આપવામાં આવેલાં છે. ક્રાંતિવૃત્તના માર્ગમાં જે મહા વિષુવબિંદુ કહેવાય છે ત્યાંથી એ રાશીઓ શરૂ થાય છે. (હાલ એમાં જે કંઈ ગણત્રીમાં ફેર લેવો પડે છે તે આગળ સમજાવવામાં આવશે). મીન અને મેષ રાશીનો સૂર્ય હોય ત્યાં સુધી અથવા અંગ્રેજી માર્ચ અને એપ્રિલ એ બે માસમાં વસંતઋતુ હોય છે. આપણામાં વસંતઋતુની શરૂઆત દર્શાવવા માટે વસંતપંચમીનો તહેવાર છે. હોળીનો તહેવાર પણ વસંતઋતુનો છે. એપ્રિલ શબ્દની ઉત્પત્તિ આપતી વેળા કહ્યું હતું કે એપ્રિલ શબ્દ એફ્રોડાઈટ કામદેવ પરથી નીકળ્યો છે. ગ્રીષ્મઋતુ વૃષભ અને મિથુન રાશીનો સૂર્ય હોય ત્યાં સુધી અથવા અંગ્રેજી મે અને જુન માસમાં હોય છે. એ ઋતુમાં તાપ ઘણો

પડે છે અને ટાઢો વાયુ, બરફ વગેરે પ્રિય લાગે છે. વર્ષાઋતુ કર્ક અને સિંહ રાશિનો સૂર્ય હોય ત્યારે અથવા અંગ્રેજી જુલાઈ અને ઑગસ્ટ માસમાં હોય છે. એ ઋતુમાં વરસાદ સારી પેઠે પડે છે. શરદઋતુ કન્યા અને તુલા રાશીનો સૂર્ય હોય ત્યારે અથવા અંગ્રેજી સપટેમ્બર અને ઑકટોબર માસમાં હોય છે. એ ઋતુમાં જો કે રાત્રે ચંદ્ર ઘણોજ આનંદદાયક લાગે છે પણ એમાં તાવનો ઉપદ્રવ વધારે હોય છે. વર્ષાઋતુમાં આકાશ જે વાદળાંથી છવાયલું રહેતું તે નિર્મળ હોવાથી ચાંદની વધારે ખીલેલી લાગે છે પણ વર્ષાઋતુનું પાણી જમીનમાં પચેલું, તેની બાફ સૂર્યના ખુલ્લા તડકાને લીધે નીકળે છે ને તેથી તાવનું જોર વધારે ચાલે છે. વૃશ્ચિક અને ધન રાશિનો સૂર્ય હોય અથવા અંગ્રેજી નવેમ્બર અને ડિસેમ્બર માસમાં હેમંતઋતુ આવે છે. ત્યાર પછી શિશિરઋતુ. એ ઋતુમાં સૂર્ય મકર અને કુંભ રાશિમાં હોય છે અને તે વખતે અંગ્રેજી મહિના જાન્યુઆરી અને ફેબ્રુઆરી હોય છે. એ મહિનામાં ટાઢ અતિશય પડે છે.



આકૃતિ ૧૫ મી.

ઋતુઓ.

આ ઉપરના ચિત્રથી ઋતુમાં કેવી રીતે ફેરફાર થાય છે તે સમજ

પડશે. એની અંદર સૂર્યની પ્રદક્ષિણા કરતાં સૂર્યની આજુબાજુ ચાર જગ્યા પર કેવી રીતે પૃથ્વી હોય છે તેનો ચિતાર આપેલો છે. જ્યારે પૃથ્વી **अ** (A) આગળ હોય છે ત્યારે ઉત્તર ગોળાર્ધમાં ઉનાળો હોય છે. જ્યારે **क** (C) આગળ હોય છે ત્યારે એજ મુલકમાં શિઆળો હોય છે. જે કાલ્પનિક ધરી પર પૃથ્વી ફરે છે તે દર્શાવનારી લીટી બન્ને જગ્યાએ માલમ પડે છે. એ ધરી આખા માર્ગમાં હંમેશાં સમાન્તરજ રહે છે અને તે હંમેશાં ધ્રુવ તરફની દિશા બતાવે છે. પૃથ્વી પર શહેરોના અક્ષાંશ આકાશી પદાર્થના ઉપરથી કાઢેલા છે. ધરીની દિશા ફરી જતી હોય તો અક્ષાંશમાં ફેરફાર થવોજ જોઈએ. પણ તે થતો નથી તો ધરીની દિશા હંમેશાં સમાન્તરજ રહેવી જોઈએ. ખગોળશાસ્ત્રીઓ તો એટલા ચોકસ છે કે ઓરડાની એક દિવાલના અક્ષાંશ અને બીજી દિવાલના અક્ષાંશ કાઢી શકે છે અને તેમાં જરા પણ ફેરફાર ગમે ત્યારે માપીએ ત્યારે માલમ પડતો નથી.

પૃથ્વીને બે ગતિ છે તેવી બે ગતિ એકી વખતે હોય શકે એવો દાખલો બંદુકની ગોળી છે. જ્યારે બંદુકમાંથી ગોળી નીકળે છે ત્યારે તે સીધી જાય છે એટલુંજ નહિ, પણ માર્ગમાં પોતાની ધરી પર ફરતી જાય છે. એ ગોળી બરાબર ધરી પર ફરે માટે કેટલેાક વખત થયાં બંદુકોમાં સુધારો કરવામાં આવ્યા કરતો હતો. દર સેકંડે કેટલીક ગોળી ૧૫૦ ફેરા પોતાની ધરી પર ફરી શકે છે.

જે પદાર્થ ધરી ઉપર ફરતો આગળ વધે છે તે પદાર્થની ધરીની દિશા બદલાતીજ નથી. આપણી પૃથ્વી પણ એ પ્રમાણેજ ફરે છે; એટલે જે પ્રમાણે બંદુકની ગોળી ધરી ઉપર ફરતી આગળ વધે છે અને તેની ધરી એકજ દિશામાં સમાન્તર રહે છે, તે પ્રમાણે આપણી પૃથ્વી ધરી પર ફરતાં આગળ વધે છે અને ધરી સમાન્તર રહે છે. એની ધરીની દિશા એકજ રહે છે. એ ઋતુભેદ થવાનું એક મોટું કારણ છે. ઋતુભેદ થવાનું બીજું કારણ એના ધરી પર ફરવાના માર્ગની સપાટી અને પ્રદક્ષિણાના માર્ગની સપાટીની વચ્ચે ઉપર દર્શાવેલો ૨૩½° ખૂણો છે અને તેને લીધે દહાડા લાંબા ટુંકા થાય છે અને તેથી ગરમી ઓછી વધતી એકઠી થાય છે.

ઋતુભેદ બરાબર સમજ પડે તે માટે એક નજીવો દાખલો લઈશું અને જો તે બરાબર ધ્યાનમાં આવશે તો ઋતુભેદની સમજ પડવામાં મુશ્કેલી નડશે નહીં. જો આપણે દેવતાની સામા ઉભા રહીએ અને જો તે દેવતા બરાબર આપણા મધ્ય ભાગની સપાટીની ઉંચાઈએ હોય તો આપણા શરીરના મધ્ય ભાગને તાપ લાગશે. જો આપણે તેની આજુબાજુ સરખે અંતરે દેવતા તરફ મોં રાખી ફરીશું તો ફક્ત આપણા શરીરના મધ્યભાગને માથા અને પગ કરતાં હંમેશાં વધારે ગરમી લાગશે. જો એમ પ્રદક્ષિણા ફરતાં ફરતાં આપણે ધરી પર ફરતા જઈએ તોપણ મધ્યભાગનેજ વધારે ગરમી લાગશે, અને પગ અને માથાને જેટલી ગરમી લાગે છે તેટલીજ લાગ્યા કરશે. જો આપણી ધરી જરા વાંકી રાખી અને તે દેવતા તરફ નમેલી રાખીને ફરીશું તો હંમેશાં પ્રદક્ષિણામાં ઉપલા ભાગને પગ કરતાં વિશેષ ગરમી લાગશે. અથવા જો આપણે આપણી ધરી દેવતાથી ઉલટી બાજુમાં નમેલી રાખી ફરીશું તો હંમેશાં પગવાળા ભાગને માથાવાળા ભાગ કરતાં વધારેજ ગરમી લાગશે. આ ત્રણેમાંની ગમે તે રીતે પૃથ્વી ફરતી હોત તો પૃથ્વી પર ઋતુભેદ થાતજ નહીં, કારણ કે તો જે ભાગને જેટલી ગરમી મળે છે તેટલીજ હંમેશાં મળત. પણ પૃથ્વીની ધરી તેના પ્રદક્ષિણાના માર્ગે નમેલી છે અને તે હંમેશાં એકજ દિશામાં રહે છે, તેથી જો આપણી ધરી નમેલી રાખી અને તેને એકની એક દિશામાં રાખી ફરીશું તોજ આપણને દેવતાની આજુબાજુ ફરતાં જુદા જુદા ભાગમાં વધતી ઓછી ગરમી લાગશે.

ઉપરની આકૃતિમાં अ આગળ પૃથ્વીની ધરી સૂર્ય તરફ નમેલી છે, અને તેથી ઉત્તર ગોળાર્ધમાં દક્ષિણ ગોળાર્ધ કરતાં સૂર્યનાં કિરણ વધારે પડે છે. આ સ્થિતિમાં સૂર્યનાં કિરણ કર્કવૃત્ત પર સીધાં પડે છે અને તેથી ઉત્તર ધ્રુવની પેલી બાજુ ૨૩½° સુધી સૂર્યનાં કિરણ પડે છે; કારણ કે પૃથ્વી ગોળ છે અને તેથી સૂર્યનાં કિરણ બરાબર અડધા ભાગ પર પડે છે એટલે તે જગ્યાએ કાટખુણે પડે છે તેની બે બાજુએ ૯૦° અંશ સુધી જાય છે. આ સ્થિતિમાં વિષુવવૃત્તની ઉત્તર ૨૩½° અંશ પર સૂર્યનાં કિરણ કાટખુણે પડે છે તો ઉત્તર ધ્રુવની પેલી બાજુએ ૨૩½° અંશ સુધી સૂર્યનાં કિરણ જવાં જોઇએ અને દક્ષિણ ધ્રુવથી ૨૩½° અંશ સુધી સૂર્યનાં કિરણ પડી શકે નહિ.

પૃથ્વી ફરતી ફરતી **ख** આગળ ૨૩ મી સપ્ટેમ્બરે આવે છે ત્યારે તેની ધરી સૂર્ય તરફ નમેલી હોતી નથી. આ સ્થળે વિષુવવૃત્તપર સૂર્યનાં કિરણ બરાબર સીધાં પડે છે અને તેથી ૯૦° અંશ ઉત્તર અને ૯૦° અંશ દક્ષિણ એટલે ઉત્તર ધ્રુવ અને દક્ષિણ ધ્રુવ સુધી એનાં કિરણ જાય છે. આ સ્થળે આખી પૃથ્વી પર રાત્રિ અને દહાડો સરખાં હોય છે, કારણ કે એકલો વિષુવવૃત્ત નહીં પણ બધાંજ વૃત્તોના તેજના વર્તુલથી બે ભાગ થાય છે. (જે વર્તુલ અંધકારને તેજથી જુદું પાડે છે તેને તેજ વર્તુલ કહે છે.)

પૃથ્વી **क** આગળ તા. ૨૧ મી ડિસેમ્બરે આવે છે. તે વખતે ઉત્તર ધ્રુવનો ધરીનો ભાગ સૂર્યની સામી બાજુએ નમેલો છે, અને દક્ષિણ ધ્રુવનો ધરીનો ભાગ સૂર્ય તરફ નમેલો છે. એ વખતે સૂર્યનાં કિરણ મકરવૃત્ત પર એટલે દક્ષિણ ગોળાર્ધમાં કાટખુણે પડે છે અને ઉત્તર ગોળાર્ધમાં ત્રાંસાં પડે છે તેથી ઉત્તર ગોળાર્ધમાં શિઆળો હોય છે.

પૃથ્વી **ड** આગળ તા. ૨૧ મી માર્ચે આવે છે તે વખતે ૨૩ મી સપ્ટેમ્બરની માફક પૃથ્વીની ધરી નમેલી ઉત્તર અથવા દક્ષિણે હોતી નથી ને રાત દહાડો પૃથ્વી પર બધે સરખો હોય છે. ત્યારે વસંત ઋતુ શરૂ થાય છે અને એ દિવસ ઇરાનમાં મોટા તહેવાર તરીકે મનાય છે. અહીં પણ પારસીઓ જમશીદ નવરોઝ તરીકે એને મોટો ગણે છે, અને પારસીઓ એક વખત એ દિવસથી પોતાનું નવું વર્ષ ગણતા હતા. ૨૧ મી માર્ચ અથવા ત્યાર પછી તરતજ જે પુનેમ આવે છે તે પુનેમનો અથવા પુનેમ પછી જે શુક્રવાર આવે છે તે ગુડ ફ્રાઈડે (અંગ્રેજ લોકોનો તહેવાર) ગણાય છે. અંગ્રેજ લોકોના બધા તહેવારોમાં ફક્ત આ તહેવારનીજ તારીખ નક્કી નથી.

અજબ જેવી વાત એ છે કે જ્યારે પૃથ્વી સૂર્યની નજદીક હોય છે ત્યારે ઉત્તર ગોળાર્ધમાં શિઆળો હોય છે. તેનું કારણ એ છે કે તે વખતે ઉત્તર ગોળાર્ધમાં સૂર્યનાં કિરણ ત્રાંસાં પડે છે અને દક્ષિણ ગોળાર્ધમાં સૂર્યનાં કિરણ સીધાં પડે છે અને તેથી ત્યાં ઉનાળો હોય છે. હવે દક્ષિણ ગોળાર્ધમાં ઉનાળો સૂર્ય પાસે હોય છે ત્યારે થાય છે તેથી ઉત્તર ગોળાર્ધના ઉનાળા

કરતાં દક્ષિણ ગોળાર્ધનો ઉનાળો વધારે સખત હોય છે. પૃથ્વીના એક ભાગમાં શિઆળો અને બીજા ભાગમાં તેજ વખતે ઉનાળો એમાં ઇશ્વરની ઘણીજ દયા રહેલી છે; કારણ કે જ્યારે શિઆળામાં ઉત્તર ગોળાર્ધમાં ફળ ન મળી શકે ત્યારે દક્ષિણ ગોળાર્ધમાંથી મળી શકે છે. બ્રિટિશ સામ્રાજ્ય એવી રીતે વહેંચાયલું છે કે એના એક ભાગમાં શિઆળો હોય છે ત્યારે બીજા ભાગમાં ઉનાળો હોય છે તેથી ઉનાળામાં થતી ચીજો પણ શિઆળાવાળા ભાગમાં મળી શકે છે. રૂશિઆનું રાજ્ય આખું ઉત્તર ગોળાર્ધમાં છે તેથી તેને આ લાભ મળી શકતો નથી.

प्रकरण बीजुं.

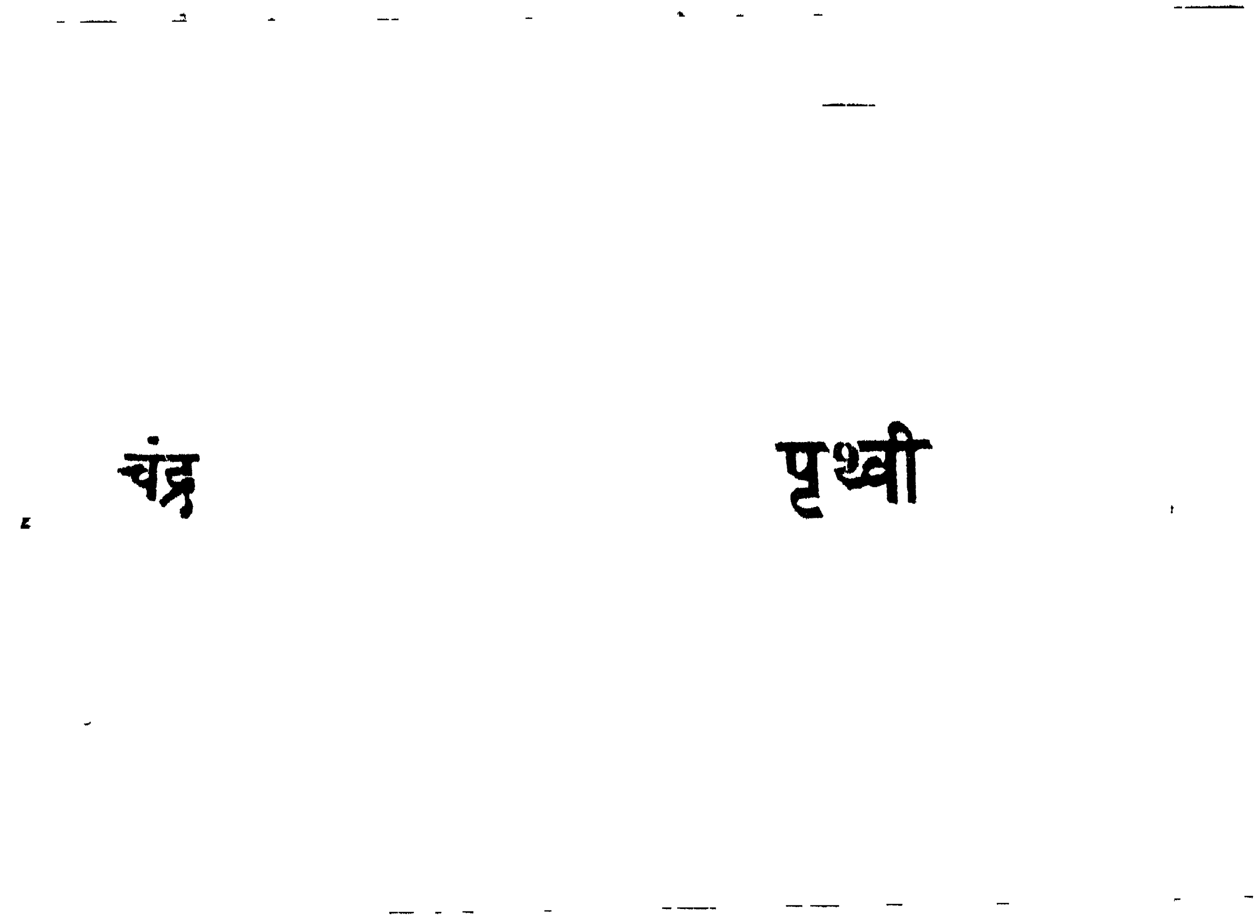
चंद्र.

ચંદ્ર વેપારી પ્રજાને ઘણોજ ઉપયોગી છે કારણ કે ભરતીઓટનો મુખ્ય આધાર ચંદ્ર પર રહેલો છે. વહાણવટીઓને ભર મહાસાગરની અંદર ઘડિઆળનું કામ કરી આપનાર ચંદ્ર છે. વહાણવટીઓ વખતની ખબર રાખવાને ચાર પાંચ છ ઘડિઆળો રાખે છે; કેમકે એક બીજાની જોડે સરખાવતાં ખરો ટાઇમ નીકળી શકે. પણ ચંદ્ર એવું ઘડિઆળ છે કે એની અંદર એક મિનિટનો પણ ફેર પડતો નથી. ચંદ્રનું અજવાળું એવું ખુશનુમા છે કે દરેક કવિએ તેના ગુણો ગાએલા છે અને દરેક નવલકથા લખનારે કુદરતના સૌંદર્યના દરેક વર્ણનમાં ચંદ્રને હાજર રાખેલો જોવામાં આવે છે. કેટલીક વખત તો એવું પણ બનેલું જોવામાં આવ્યું છે કે કવિએ ચંદ્ર ન હોય તે દિવસે બનેલી બીના જોડે ચંદ્રનું વર્ણન આપેલું હોય છે. એક કવિએ લખ્યું છે કે સર જોન મુરની દફનક્રિયા વખતે ચંદ્રનાં કિરણ પ્રકાશતાં હતાં. પણ પંચાંગની મદદથી જ્યારે આપણે આ બીના તપાસીએ છીએ ત્યારે માલમ પડે છે કે ચંદ્ર તે તારીખે દેખાયલો ન હોવો જોઇએ. જે લડાઇમાં સર જોન મૂર મરી ગયો તે કોરૂનાની લડાઈ ૧૬ મી જાન્યુઆરી

૧૮૦૯ ને દિવસે થઈ હતી અને તે દહાડે અમાવાસ્યાનો ચંદ્ર હતો. કવિએ વળી લખ્યું છે કે તે દફનક્રિયા મધ્ય રાત્રિએ થઈ હતી. દરેક સાધારણ માણસ જાણે છે કે જો બીજનો ચંદ્ર હોય તો તે મધ્યરાત્રિ સુધી રહેતોજ નથી. તે ઉપરથી એક ખગોળશાસ્ત્રી નવલકથા લખનારાઓ તથા કવિઓને શિખામણ આપે છે કે ચંદ્રનું વર્ણન દાખલ કરતાં અગાઉ પંચાંગમાં ચંદ્ર કંઈ તારીખે ક્યાં સુધી દેખાય છે તેની પહેલી તપાસ કરવી. આપણી પૃથ્વી જોડે નીકટનો સંબંધ ધરાવનારો પદાર્થ ચંદ્ર છે. તેથી આપણી છેક પાસેનો આકાશી પદાર્થ, કવિઓને પ્રિય એવો, વેપારીઓને ઉપયોગી, અને વહાણવટીઓને ઘડિઆળ તરીકે ઉપયોગી પદાર્થ ચંદ્ર તે વિષે પૃથ્વી પછી હવે આપણે વિચાર કરીશું.

चंद्रनुं कद.

કોઈ પદાર્થ નાનો કે મોટો છે તે તેને બીજા જોડે સરખાવતાં માલમ પડે છે. ઉંદર, બીલાડીને રાક્ષસ ગણે છે તેમ બીલાડી હાથીને રાક્ષસ ગણે છે. માટે જ્યારે આપણે કહીએ છીએ કે ચંદ્ર નાનો પદાર્થ છે ત્યારે આપણે તેને આકાશી પદાર્થો જોડે સરખાવતાં નાનો કહીએ છીએ. આકાશમાં નરી આંખે જે તારાઓ દેખાય છે તે બધા ચંદ્ર કરતાં ઘણાજ મોટા છે, પણ ચંદ્રનું આટલું મોટું કદ માત્ર તેના ટુંકા અંતરને લીધે છે. પતંગ આપણે જ્યારે ચગાવીએ છીએ ત્યારે તે મોટો લાગે છે, પણ જેમ જેમ તે દૂર જતો જાય છે તેમ તેમ તે નાનો દેખાતો જાય છે. બલૂન જમીન પર ઘણુંજ મોટું દેખાય છે, પણ તે જ્યારે આકાશમાં બે માઇલનું ઉંચું ચઢેલું હોય છે ત્યારે ઘણુંજ નાનું દેખાય છે. પૃથ્વી અને ચંદ્ર વચ્ચે ૨,૪૦,૦૦૦ માઇલનું અંતર છે અને એ અંતર બીજા ગ્રહો અને તારાઓના અંતર જોડે સરખાવતાં કાંઇજ નથી. તેથી કુદરતી રીતે તારાઓ નાના દેખાય છે અને ચંદ્ર મોટો દેખાય છે; પણ ખરી રીતે તો ચંદ્ર નાનોજ છે.



આકૃતિ ૧૬ મી.

ચંદ્ર અને પૃથ્વી.

ઉપરની આકૃતિ પરથી ચંદ્ર પૃથ્વી કરતાં કેટલો નાનો છે તે સહેજ માલમ પડી આવશે. પૃથ્વીનો વ્યાસ ૭૯૧૪ માઇલ છે અને ચંદ્રનો વ્યાસ ૨૧૬૦ માઇલ છે. એટલે સાધારણ રીતે આપણે કહી શકીશું કે ચંદ્ર કરતાં પૃથ્વીનો વ્યાસ ચારગણો છે. જો ત્રણ ઇંચના વ્યાસનો ટેનીસ દડો ચંદ્ર દર્શાવે તો ૧૨ ઇંચના વ્યાસનો ફૂટબૉલ પૃથ્વી દર્શાવી શકશે. એ ઉપરથી ગણત્રી કરતાં ૬૪ ચંદ્ર એકઠા કરીએ તો તે પૃથ્વી જેવડો થાય. આપણે સ્થૂલ આંકડા લીધા છે તેથી આપણી ગણત્રી પરથી ૬૪ ચંદ્ર બરાબર એક પૃથ્વી થાય છે. પણ ઉપર આપેલા ખરા આંકડા લઇશું તો ૫૦ ચંદ્ર બરાબર એક પૃથ્વી થશે. જો બંનેનું ક્ષેત્રફળ સરખાવીશું તો પૃથ્વીનું ક્ષેત્રફળ ચંદ્રના ક્ષેત્રફળ કરતાં સ્થૂલ આંકડા લેતાં ૧૬ ગણું થાય છે અને ખરે આંકડે ૧૩½ ગણું થાય છે, અને તેથી જે અડધો ભાગ આપણે જોઈએ છીએ તે

તો પૃથ્વીના ક્ષેત્રફળથી ૨૭ મો ભાગ થશે એટલે તે યુરોપખંડના ક્ષેત્રફળથી બમણું અથવા તો હિંદુસ્તાનના ક્ષેત્રફળથી ચારગણું થશે. પૃથ્વીના પદાર્થોનું વજન ચંદ્રના પદાર્થોના વજન કરતાં વધારે છે તેથી ૮૦ ચંદ્ર એકઠા કરીએ તો તેનું વજન પૃથ્વીના વજન જેટલું થશે.

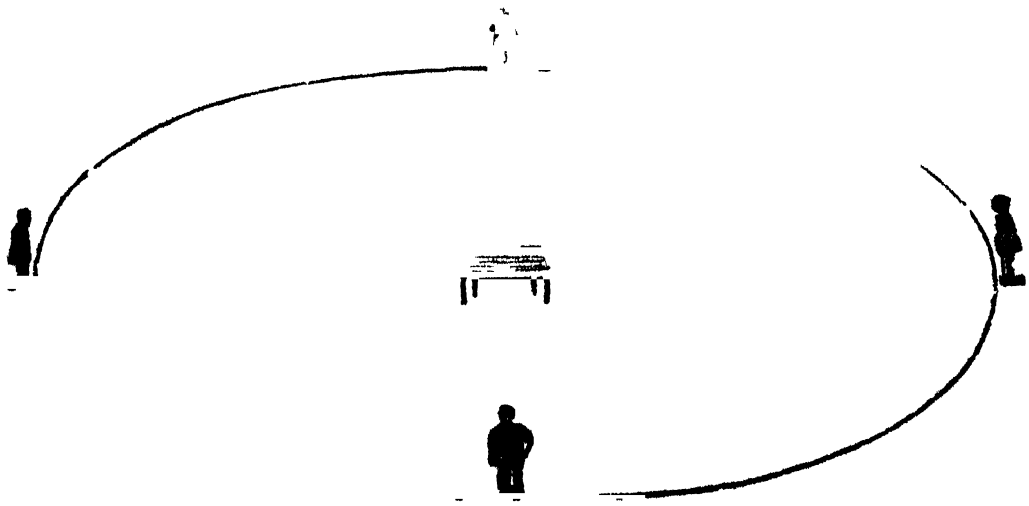
પૃથ્વીની પ્રદક્ષિણા.

ચંદ્રને આપણે જો બરાબર જોઈએ તો માલમ પડશે કે દરરોજ એ પોતાની જગ્યા બદલે છે. બીજને દિવસે જે તારાની પાસે ચંદ્ર હોય છે તેજ તારાની પાસે ત્રીજને દિવસે ચંદ્ર હોતો નથી. ચંદ્ર એમ એક નક્ષત્રમાંથી બીજા નક્ષત્રમાં જતો લાગે છે. સાંજે આપણે ચંદ્રને જોઈએ ને પછી સવારે વહેલા ઉઠીને ચંદ્રને જોઈએ તો ચંદ્ર ખસેલો માલમ પડે છે. એ રીતે એક નક્ષત્રમાંથી નીકળી પૂર્વ તરફ જતાં જતાં પાછો તેના તે નક્ષત્રમાં ૨૭$\frac{1}{3}$ દિવસમાં આવે છે એ નિરીક્ષાથી માલમ પડી આવે છે. આ એક નક્ષત્રમાંથી બીજા નક્ષત્રમાં જવું અને પાછું તેના તેજ નક્ષત્રમાં આવવું એ સિદ્ધ કરી આપે છે કે ચંદ્ર પૃથ્વીની આજુબાજુ પ્રદક્ષિણા કરે છે.

ચંદ્ર એક વર્તુલમાં ફરતાં આશરે ૨૭ દિવસ લે છે એટલે એક દિવસમાં $\frac{૩૬૦}{૨૭}$ = ૧૩$\frac{1}{2}$° અંશ ફરે છે. આ ફરવાને લીધેજ ચંદ્ર મોડો ને મોડો ઊગતો માલમ પડે છે. પુનેમને દિવસે સાંજે ચંદ્ર અને અમુક નક્ષત્ર એકી વખતે ધારો કે સાંજે સાત વાગે ઉગે છે. બીજે દિવસે ચંદ્ર ૧૩$\frac{1}{2}$° અંશ પૂર્વમાં ખસેલો હોય છે એટલે તે નક્ષત્ર ઉગ્યા પછી તે નક્ષત્ર ૧૩$\frac{1}{2}$° ઉંચું ચઢે ત્યારેજ ચંદ્ર ઉગે છે. આપણે સૂર્યની ગતિ પરથી દિવસ નક્કી કરીએ છીએ અને સૂર્ય પૃથ્વીની વાર્ષિક ગતિને લીધે દરરોજ એક અંશ પૂર્વમાં ખસતો માલમ પડે છે. આપણે જોઈએ છીએ કે ચંદ્ર પણ દરરોજ પૂર્વમાં ૧૩$\frac{1}{2}$° અંશ ખસે છે. તો ચંદ્ર અને સૂર્ય એ બેની વચ્ચે ૧૨$\frac{1}{2}$° અંશનો ફેર પડે છે. ૨૪ કલાકમાં સૂર્ય ૩૬૦° અંશ ફરે છે એટલે ૧° અંશ ફરતાં ૪ મિનિટ લાગે છે અને ૧૨$\frac{1}{2}$° અંશ માર્ગ કાપતાં ૫૦ મિનિટ લાગે છે એટલે ચંદ્રને આવતી કાલે ઉગતાં ૫૦ મિનિટ વધારે લાગે છે.

चंद्रनुं धरी पर फरवुं.

જો કોઈ પણ પદાર્થ ધરી પર ફરે છે તો તે એક ફેરામાં ચારે દિશામાં એક વખત પોતાનું મોં રાખી શકે છે. માટે જો કોઇ પણ પદાર્થ એક વખત આ પ્રમાણે પોતાનું મોં રાખી શકે તો તે ધરી પર ફરવોજ જોઈએ. આપણે જાણીએ છીએ કે ચંદ્ર હમેશાં પૃથ્વી તરફ પોતાની એકજ બાજુ રાખી ફરે છે અને તેથી જ્યારે તે પૃથ્વીની પ્રદક્ષિણા કરે છે ત્યારે ફરતી વખતે જુદી જુદી ચારે દિશામાં એક વખત પોતાનું મોં રાખે છે; અને એ પ્રમાણે રાખે છે તે પરથી આપણે કહીશું કે ચંદ્ર પોતાની ધરી પર ફરે છે અને તે ફરવાનો વખત અને પ્રદક્ષિણાનો વખત એકજ છે. જો કોઈ છોકરો પોતાનું મોં ઝાડ તરફ રાખી ફરશે તો તેને માલમ પડશે કે દર ૯૦° અંશે તેની દિશામાં ફેર માલમ પડે છે. જો શરૂઆતમાં દક્ષિણ તરફ તેનું મોં હશે તો ૯૦° અંશ ચાલવાથી તેનું મોં પૂર્વમાં આવશે, ૯૦° અંશ વધારે ચાલવાથી ઉત્તરે આવશે, અને પછી ૯૦° અંશ ચાલવાથી પશ્ચિમે આવશે અને પાછો ૯૦° અંશ ચાલવાથી પોતાની અસલ જગ્યાએ આવી ઉભો રહેશે.



આકૃતિ ૧૭ મી.

ચંદ્રનું ધરી પર ફરવું-તે બતલાવવાનો દાખલો.

ઉપલી આકૃતિમાં એક છોકરો પોતાનું મોં ટેબલની તરફ રાખીને ફરે છે.

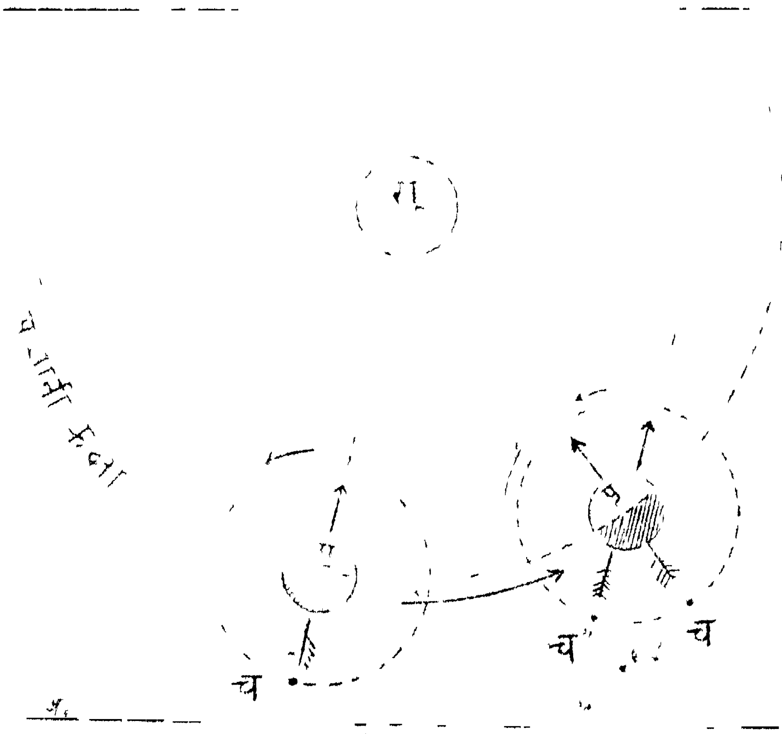
ચિત્રમાં જોતાં તેમજ અનુભવ પરથી માલમ પડશે કે એક આંટો ફરતાં તે ચારે દિશામાં પોતાનું મોં રાખી શકશે.

ચંદ્ર પૃથ્વીની આજુબાજુ ફરે છે તે વખતે તેની એકજ બાજુ પૃથ્વી તરફ રહે છે તે સહેલાઇથી માલમ પડે છે. ચંદ્ર ફરે છે તે વખતે તેના પૃષ્ટ ઉપરનાં ચિહ્નો તપાસતાં માલમ પડે છે કે આખા માર્ગમાં તે બદલાતાં નથી. તેઓ ચંદ્રના પૃષ્ટના સંબંધમાં એકને એકજ સ્થળે દેખાય છે.

આ ઉપરથી જ્યારે કોઈ પણ આકાશી પદાર્થ બીજાની આજુબાજુ પોતાની એકજ બાજુ રાખી ફરે છે ત્યારે તેનો પ્રદક્ષિણાનો કાળ અને ધરી પર ફરવાનો કાળ બંને એકજ હોવા જોઈએ.

चांद्र मास अने नाक्षत्र मास.

જો પૃથ્વી સ્થિર હોત તો ચાંદ્ર માસ અને નાક્ષત્ર માસમાં ફેર પડત નહીં. ચંદ્ર એક નક્ષત્રમાંથી નીકળી પાછો તેને તેજ નક્ષત્રમાં જેટલા વખતમાં આવે છે તે વખતને નાક્ષત્ર માસ કહે છે. ચંદ્ર, સૂર્ય અને પૃથ્વીની જે સ્થિતિ હોય તેવીજ સ્થિતિ ફરી થવાને જે વખત લાગે છે તેને ચાંદ્ર માસ કહે છે. પુનેમથી પુનેમ અથવા અમાસથી અમાસ એ ચાંદ્ર માસ કહેવાય છે. પણ એ બે માસમાં ફેર છે. નાક્ષત્ર માસ લગભગ ૨૭$\frac{૧}{૩}$ દિવસનો છે અને ચાંદ્ર માસ લગભગ ૨૯$\frac{૧}{૨}$ દિવસનો છે. તેનું કારણ એ છે કે પૃથ્વીને વાર્ષિક ગતિ છે અને તેને લીધે ચંદ્ર જેમ પોતાના માર્ગમાં ફરે છે તેમ પૃથ્વીના માર્ગમાં પણ તે ફરે છે. ચંદ્ર એક નક્ષત્રમાંથી નીકળી પાછો તેને તેજ નક્ષત્રમાં આવતાં ૨૭$\frac{૧}{૩}$ દિવસ લે છે પણ એટલા વખતમાં પૃથ્વી પોતાના માર્ગમાં ૨૭° અંશ ચાલેલી હોય છે. પૃથ્વી, સૂર્ય અને ચંદ્ર એકજ સ્થિતિમાં આવે માટે ચંદ્રને પૃથ્વીના જેટલો વધારે માર્ગ કાપવો પડે છે અને તે ૨૭° અંશનો છે, અને ચંદ્ર દરરોજ આશરે ૧૩$\frac{૧}{૨}$° અંશ ચાલે છે એટલે એ માર્ગ કાપવાને એને બે દિવસ વધારે લાગે છે એટલે ચાંદ્ર માસની લંબાઈ ૨૯$\frac{૧}{૨}$ દિવસ થાય છે.



આકૃતિ ૧૮ મી.

ધારો કે અમુક મહિનામાં સૂર્ય, ચંદ્ર અને પૃથ્વી પુનેમને દિવસે પાસેના ચિત્રમાં બતાવેલી **સૂ. પૃ.** અને **ચંદ્ર** જગ્યા માંછે.૨૭⅓ દિવસ પછી પૃથ્વી નવી જગ્યા પર ગયેલી છે, અને ચંદ્ર એક પ્રદક્ષિણા પશ્ચિમથી પૂર્વ ફરી **ચ**" જગ્યા પર આવે છે. પણ એ દિવસે ચંદ્ર પુનેમનો નથી કારણ કે તે પ્રતિયોગમાં નથી. જ્યારે ચંદ્ર **ચ**" જગ્યાએ આવશે, ત્યારેજ પુનેમ થશે અને તે માટે ચંદ્રને **ચ**" થી ચં. સુધી ફરવું પડશે. આકૃતિમાં જોશો તો માલમ પડશે કે **સૂ. ચં.** અને **પૃ** પહેલા સ્થાનપર એક લીટી પર છે. બીજે સ્થાને ફક્ત **પૃ** અને **ચં**" એટલે પૃથ્વી અને ચદ્ર આગલા સ્થાનથી સમાંતરે છે પણ ત્રણે એક સીધી લીટીમાં નથી. ત્રીજે સ્થાને **સૂ. પૃ.** અને **ચં.** ત્રણે સીધા લીટીમાં છે અને તે સ્થાને પાછી પુનેમ થશે. આ આકૃતિમાં ચંદ્રની અને પૃથ્વીની કક્ષા દર્શાવેલી છે અને માર્ગમાં જે તીર છે તે ફરવાનો માર્ગ અને દિશા બતાવે છે.

ચાંદ્ર માસ અને નાક્ષત્ર માસ.

चंद्रनुं अंतर.

પૃથ્વીથી ચંદ્ર આશરે ૨,૪૦,૦૦૦ માઇલને અંતરે છે. ખરા આંકડા અને તે પણ લગભગ ૨,૩૮,૮૪૦ માઇલ છે. કલાકે ૪૦ માઇલ દોડનારી ગાડી ૬ કલાકમાં ૨૪૦ માઇલ દોડશે અને બધો અંતર દોડતાં ૬૦૦૦ કલાક થશે એટલે ૨૫૦ દિવસ લાગશે. એ અંતરનો ખ્યાલ બીજી રીતે પણ આપી શકાય. પૃથ્વીના વિષુવવૃત્તને દશ વખતે દોરી લપેટીએ ને તેની જેટલી લંબાઈ થાય તેટલો અંતર આપણી અને ચંદ્ર વચ્ચે છે. ધારો કે

આપણે એટલે અંતર સુધી અવાજ પહોંચે એવી જબરી તોપ બનાવીએ અને જો તેમાં દારૂગોળો ભરી ફોડીએ તો ફોડયા પછી ચંદ્ર પર તે અવાજ ૧૫ દિવસે પહોંચશે.

એનો ફરવાનો માર્ગ પણ લંબગોળ છે. એટલે કોઈ વખત તે આપણી પાસે ને કોઈ વખત તે આપણાથી દૂર હોય છે. એજ કારણને લીધે ચંદ્રનું કદ આપણને કોઈ વખત મોટું અને કોઈ વખત નાનું લાગે છે. જેમ પૃથ્વીના લંબગોળ માર્ગના એક બિંદુમાં સૂર્ય છે તેમ ચંદ્રના આ લંબગોળના એક બિંદુમાં પૃથ્વી છે. એ માર્ગની સપાટી અને પૃથ્વીના માર્ગની સપાટી એ બેની વચ્ચે ૫° અંશનો ખુણો થાય છે. જેમ વિષુવવૃત્ત અને ક્રાંતિવૃત્ત એક બીજાને છેદે છે અને તે છેદનબિંદુ વિષુવબિંદુ કહેવાય છે તેમ ચંદ્રનો માર્ગ ક્રાંતિવૃત્તને છેદે છે અને તે બે છેદનબિંદુ રાહુ અને કેતુ કહેવાય છે.

तिथि.

ચાંદ્ર માસના ૩૦ ભાગ કરેલા છે અને તે દરેક ભાગ તિથિ કહેવાય છે. ૨૯ાા દિવસના આપણે ૩૦ ભાગ કરેલા છે તેથી તિથિ આપણા સાવન દિવસ કરતાં ટુંકી હોવીજ જોઇએ અને છે પણ તેમજ. જે પ્રમાણે સાવન દિવસની લંબાઈ લાંબી ટુંકી હોય છે તેમજ આ તિથિની લંબાઈ પણ લાંબી ટુંકી છે, કારણ કે ચંદ્રનો માર્ગ લંબગોળ છે, અને તેમાં એ કોઈ વખત ઝડપથી અને કોઈ વખત ધીમે ચાલે છે. તિથિ ટુંકામાં ટુંકી ૫૮ અને લાંબામાં લાંબી ૬૪ થી ૬૫ ઘડી હોય છે. વ્યવહારમાં સૂર્યોદય વખતે જે તિથિ હોય છે તે તિથિ તે દિવસની ગણાય છે. "જે તિથિમાં ઉગ્યો ભાણ તે તિથિ કરવી નિર્માણ." પડવો, બીજ વગેરે તિથિઓના નામ છે પણ સાવન દિવસનાં નામ નથી. બંગાળામાં ચાંદ્ર માસ ઉપયોગમાં લેતા નથી તેથી તેઓ તો એકથી ત્રીસ તારીખ ગણે છે. એમ ધારો કે આજ સૂર્યોદય પછી માત્ર બે ઘડી સુધી સાતેમ રહેવાની છે અને પછીથી આઠેમ થવાની છે અને તે આઠેમની તિથિનું માપ ૫૬ ઘડી છે. આથી એવું પરિણામ આવશે કે આવતી કાલે સૂર્યોદય થયા અગાઉ આઠેમ પૂરી થઈ નોમ થશે

ને બીજા સૂર્યોદયમાં નોમ થશે. આગલા સૂર્યોદય વખતે સાતેમ હતી અને બીજા સૂર્યોદય વખતે નોમ; અને આઠેમ સૂર્યોદય વખતે હતીજ નહિ, તેથી એક દિવસ સાતેમ અને બીજે દિવસે નોમ અને આઠમનો ક્ષય ગણાશે. કોઈ તિથિ ૬૪ થી ૬૫ ઘડી સુધી લાંબી હોય છે. ધારો કે આજે સૂર્યોદય વખત બીજની બે ઘડી થઈ છે અને બીજનું માપ ૬૪ ઘડી છે તો બીજા સૂર્યોદય પછી પણ બે ઘડી બીજ રહેશે એટલે આજ અને આવતી કાલ એમ બે બીજ ગણાશે.

अधिक मास.

સૂર્યના એક રાશીમાં થઇને બીજી રાશીમાં દાખલ થવાને સંક્રાંતિ કહે છે. સૂર્ય ધન રાશીમાંથી નીકળીને જે દિવસે મકર રાશીમાં દાખલ થાય છે તેને મકર સંક્રાંતિ કહે છે.

એક સંક્રાંતિના વખતને સૌર માસ કહે છે. પણ આપણે લોકો તો સૌર માસ ગણતા નથી પણ ચાંદ્ર માસ ગણીએ છીએ. હિંદુસ્તાનના કેટલાક ભાગમાં સૌર માસ ગણવામાં આવે છે. જે ચાંદ્ર માસમાં સૂર્યની સંક્રાંતિ થતી નથી તે માસને અધિક માસ કહેવામાં આવે છે. એક ચાંદ્ર માસના દિવસ ૨૯–૩૧–૫૦ પળ અને સૌર માસના દિવસ ૩૦–૨૬–૧૯–૩૧ વિપળ હોય છે તો દર મહિને એ બેની વચ્ચે ઘડી ૫૪–૨૯–૩૧ વિપળનો તફાવત પડે છે. એ અંતર વધતાં વધતાં જ્યારે દિવસ ૨૯–૩૧–૫૦ પળનું થાય છે ત્યારે એક અધિક માસ પડે છે. બત્રીસ પુરા મહિના અને લગભગ ૧૬ દિવસ થાય છે ત્યારે એક અધિક માસ ઉમેરવો પડે છે. એટલે લગભગ પાંચ વર્ષે બે અધિક માસ આવે છે. સંવત ૧૯૬૩ માં અધિક માસ હતો અને તે ચૈત્ર હતો એટલે તે વર્ષમાં બે ચૈત્ર માસ હતા.

क्षय मास.

જે ચાંદ્ર માસમાં સૂર્યની બે સંક્રાંતિ થાય છે તે ચાંદ્ર માસને ક્ષય માસ કહે છે. જેમકે સુદ પડવાને દિવસે સૂર્યની એક સંક્રાંતિ બેસે અને અમાવાસ્યાને દિવસે સૂર્યની બીજી સંક્રાંતિ બેસે તો તેને ક્ષય માસ ગણે છે. તેથી તે વર્ષ ૧૧ માસનું ગણાય છે. એમ થવાનું કારણ એ છે કે જ્યારે સૂર્યની

દેખીતી ગતિ વધારે હોય છે ત્યારે એક સૈાર માસ એક ચાંદ્ર માસ કરતાં ટુંકો હોય છે. શિઆળામાં સૂર્ય પૃથ્વીની પાસે છે અને જ્યારે પૃથ્વીની પાસે હોય ત્યારેજ સૂર્યની ગતિ ઝડપવાળી હોય છે તેથી વૃશ્ચિક, ધન અને મકર એ રાશીમાં સૂર્યની ગતિ ઉતાવળી હોય છે. માટે એ રાશીમાં ચાંદ્ર માસ કરતાં ટુંકા વખતમાં સૂર્ય એક રાશીમાં ફરી રહે છે. તેથી જ્યારે જ્યારે ક્ષય માસ આવે છે ત્યારે આ ત્રણ રાશીના સંબંધમાં આવે છે. તેથી ક્ષય માસ કાર્તિક, માર્ગશીર્ષ, પોષ અને માહા મહિનામાંજ આવે છે. ક્ષય માસ લખવાનો રિવાજ એવી રીતે છે કે બે માસનું યુગ્મ લખાય છે. દાખલા તરીકે કાર્તિક માર્ગશીર્ષનું યુગ્મ, માર્ગશીર્ષ પોષનું યુગ્મ, વગેરે સંવત ૧૮૯૮ ની સાલમાં પોષ સુદી ૧ ના રોજ મકર સંક્રાંતિ થઈ અને તેના તેજ મહિનાની અમાવાસ્યાને રોજ કુંભ સંક્રાંતિ થઈ હતી. તેથી તે વખતે પોષ અને તે પછીના માહા એ બંનેનું યુગ્મ લખાયું હતું અને તેમાં પોષ માસનો ક્ષય ગણાયો હતો. એક ક્ષય માસ પડયા પછી કોઈક વખતે ૧૯ મે વર્ષ, કોઈ વખત ૪૬ મે, કોઈ વખત ૧૨૨ મે અને કોઈ વખતે ૧૪૧ મે વર્ષે ક્ષય માસ પાછો આવે છે. ક્ષય માસ પહેલાં ત્રણ માસ અગાઉ એક અધિક માસ પડે છે અને ક્ષય માસ પડયા પછી ત્રણ માસને અંતરે એક બીજો અધિક માસ પડે છે.

પુનમીયા મહિના.

હિંદુ વર્ષ અને મહિનો સૂર્યોદયથી શરૂ થાય છે. દરેક હિંદુ માસનાં નામ પૂર્ણિમાને દિવસે ચંદ્ર જે નક્ષત્રમાં હોય છે તેના પરથી પડેલાં છે. પૂર્ણિમાને દિવસે ચંદ્ર શ્રવણ નક્ષત્રમાં હોય તો શ્રાવણ માસ, જ્યેષ્ઠા નક્ષત્રમાં હોય તો જ્યેષ્ટ માસ વગેરે વગેરે.

ગુજરાતમાં અને દક્ષિણ હિંદુસ્તાનમાં માસની શરૂઆત સુદ પડવાથી થાય છે, ને મારવાડ તથા ઉત્તર હિંદુસ્તાનમાં માસની શરૂઆત વદ પડવાથી થાય છે. એટલે કે જેને આપણે કારતક વદ પડવો કહીશું તેને મારવાડમાં માગશર વદ પડવો કહેવામાં આવશે. જો કે મારવાડના લોક આ પ્રમાણે વદ પડવાથી માસ શરૂ થયેલો ગણે છે પણ અધિક માસ તો શુદ પડવાથીજ શરૂ થયેલો ગણે છે. સંવત ૧૯૬૩ માં બે ચૈત્ર માસ હતા. મારવાડી

લોકોનો ચૈત્ર માસ આપણા ફાગણ વદ પડવાથી શરૂ થયો હતો, પણ જ્યારે આપણે ચૈત્ર અધિક ગણવો શરૂ કર્યો ત્યારેજ તે લોકોએ પણ અધિક ગણવો શરૂ કર્યો હતો અને આપણી જોડે પુરો કર્યો હતો. જ્યારે દ્વિતીય ચૈત્રનો સુદ પડવો આપણે ગણ્યો હતો ત્યારે મારવાડી લોકોએ પણ ચૈત્રનો સુદ પડવો ગણ્યો હતો, એટલે આપણો આખો અધિક ચૈત્ર અને પછી દ્વિતીય ચૈત્ર હતો; ત્યારે મારવાડી લોકને ૧૫ દિવસ નિજ ચૈત્રના, પછી ૩૦ દિવસ અધિક માસના, ને પછી બાકીના ૧૫ દિવસ નિજ ચૈત્રના હતા. શાલીવાહનનું વર્ષ ચૈત્ર પડવાથી બેસે છે, ને મારવાડી લોકોનો ચૈત્ર મહિનો જો કે આપણા ફાગણ વદી પડવાને દિવસથી બદલાય છે તોપણ વર્ષ તો ચૈત્ર સુદી પડવાથીજ બદલાય છે. ત્યારે સાધારણ રીતે મારવાડી લોકો વદ પડવાથી નવો માસ ગણે છે, તોપણ અધિક માસ વખત અને શાલીવાહનના બેસતા વર્ષનો દિવસ સુદ પડવાથી તેઓ ગણે છે. તેથી વદ પડવાથી મહિનો ગણવાનો રિવાજ કેવી રીતે દાખલ થયો હશે તે કહી શકાતું નથી. વેપારી લોકો પોતાના ચોપડા (વિક્રમનું વર્ષ) કારતક સુદ ૧ થી બદલે છે.

चंद्रनी कळा.

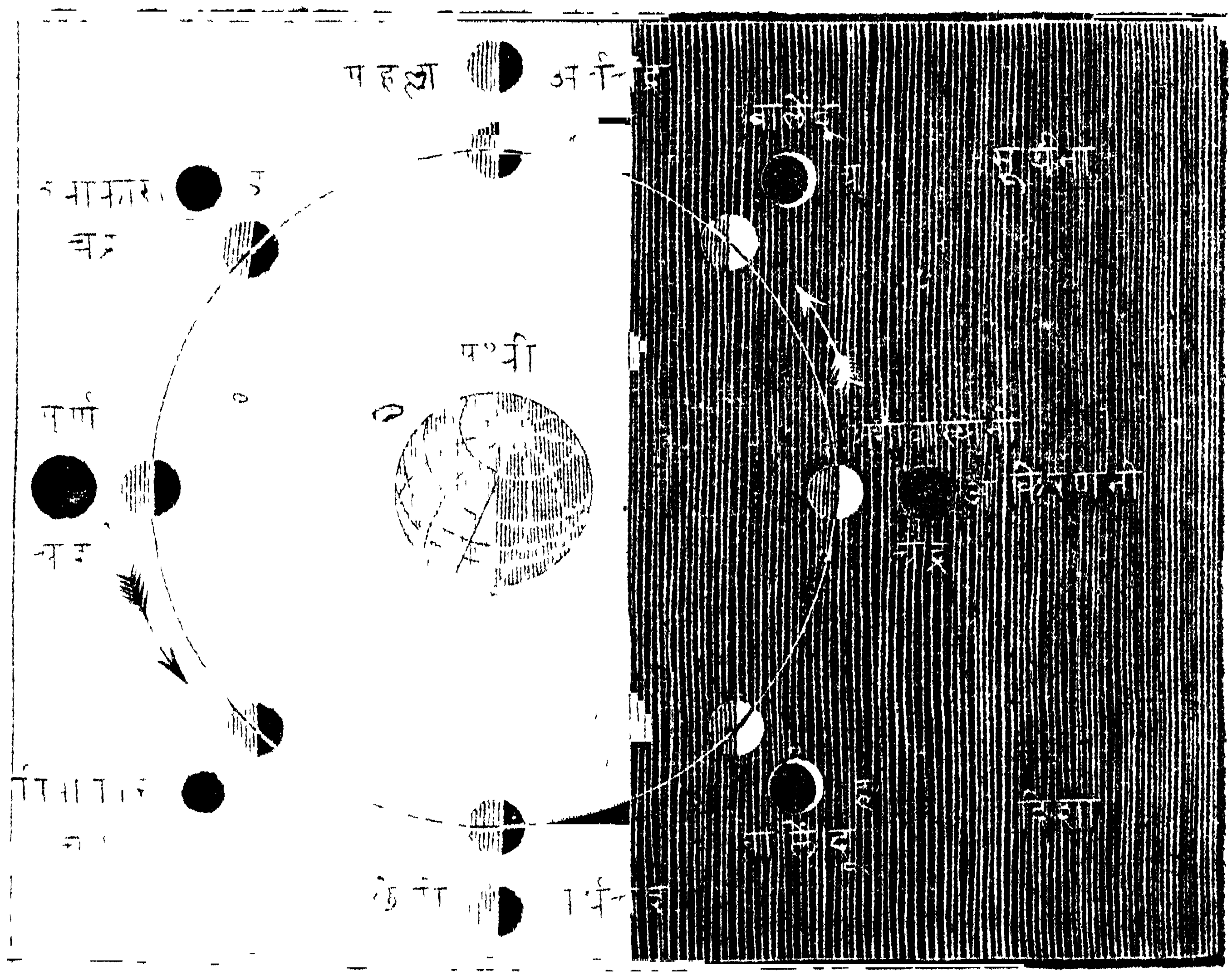
ચંદ્રની કળા શું છે? તેનું કારણ શું છે? જો કોઈ પણ પદાર્થને પોતાનો પ્રકાશ હોય એટલે કે કોઈ પણ પદાર્થ સ્વપ્રકાશિત હોય તો તે પદાર્થ આખો તેજસ્વી દેખાય છે. ચંદ્ર બીજા ગ્રહો અને ઉપગ્રહોની માફક સ્વપ્રકાશિત નથી. એના પર સૂર્યનું તેજ પડે છે તેથી તે પ્રકાશિત દેખાય છે. ચંદ્રને સૂર્યનો પ્રકાશ મળે છે એમ સંસ્કૃત ગ્રંથો પરથી પણ જણાઇ આવે છે.

सूर्यरश्मिचंद्रमा गंधर्व ।

તૈ. સં. ૩. ૪. ૭. ૧.

જો કોઈ ગોળ પદાર્થ સ્વપ્રકાશિત હોતો નથી અને તેના પર બીજા કોઈ સ્વપ્રકાશિત પદાર્થનું તેજ પડતું હોય તો માત્ર તેના અડધા ભાગ પર જ તેનું તેજ પડી શકે. પૃથ્વીની આસપાસ ફરતાં ચંદ્રનો અજવાળાવાળો ભાગ સદા સૂર્ય ભણીજ રહે છે તેથી તે બધો હમેશ પૃથ્વી પર જોઈ શકાતો નથી. તેથી કોઈ વખતે આપણે વધારે પ્રકાશિત ને કોઈ વખતે ઓછો

પ્રકાશિત એમ ચંદ્રને જોઈએ છીએ. ચંદ્રના દેખાવમાં જે વિકાર થાય છે તેને ચંદ્રની કળા કહીએ છીએ. દીવાના તેજમાં એક દડો રાખી તેને જુદી જુદી દિશામાંથી જોતાં બધી કળા દેખાશે. નીચલા ચિત્રમાં ચંદ્રને તેની કક્ષામાં આઠ જુદે જુદે સ્થળે દર્શાવેલો છે. જે દિશામાંથી સૂર્યનાં કિરણ આવે છે એવી કલ્પના કરી છે તે દિશા **सूर्यनां किरणनी दिशा**વડે બતાવાય છે. અંદરનું વર્તુલ ચંદ્રની કક્ષામાં ચંદ્રનો પ્રકાશીત ભાગ બતાવે છે અને બહાર ચંદ્રનો જેટલો પ્રકાશિત ભાગ આપણે જોઈએ છીએ તેટલો બતાવેલો છે. પૃથ્વીનો અડધો ભાગ પ્રકાશિત દર્શાવેલો છે અને બીજો અડધો ભાગ અંધકારમય બતાવેલો છે. તીર ચંદ્રનો માર્ગ બતાવે છે.



આકૃતિ ૨૦ મી.

ચંદ્રની કળા.

અમાસને દિવસે ચંદ્રનો અપ્રકાશિત ભાગ આપણી તરફ છે અને પ્રકાશિત ભાગ સૂર્ય તરફ છે. બીજું તે દિવસે ચંદ્રનો ઉદય અને અસ્ત સૂર્યના ઉદય અને અસ્તની સાથે થાય છે. આ બે કારણને લીધે અમાવાસ્યાને દિવસે ચંદ્ર આપણે જોઈ શકતા નથી અને તે ચંદ્ર **अमावास्यानो चंद्र** કહેવાય છે. બીજને દિવસે ચંદ્રનો ઉદય સૂર્ય પછી ૧૦૦ મિનિટ મોડો થાય છે અને તેથી કુદરતી રીતે તેનો અસ્ત પણ સૂર્ય પછી ૧૦૦ મિનિટ મોડો થવો જોઇએ, અને તેથીજ આપણે બીજને દિવસે ચંદ્રને થોડી વખતજ જોઈ શકીએ છીએ. બીજના ચંદ્રને **बालेंदु चंद्र** (બાલચંદ્ર) કહે છે. એ દિવસે ચંદ્ર માત્ર તાંતણા જેટલો પ્રકાશિત દેખાય છે. સાતેમ આઠેમને દિવસે ચંદ્ર સૂર્ય પછી ૬ કલાકે ઉગે છે એટલે બપોરે બાર વાગે ઉગે છે પણ સૂર્યના અતિ પ્રકાશને લીધે તે દેખાતો નથી, ને સૂર્યના આથમ્યા પછી ૬ કલાકે એટલે રાતના લગભગ ૧૨ વાગે અસ્ત થાય છે. તે દિવસે સાંજે ચંદ્ર માથા પર આવેલો હોય છે અને આખા ચંદ્રનો ચતુર્થાંશ ભાગ દેખાય છે પણ આપણે માત્ર અર્ધજ જોઈ શકીએ છીએ તેથી ગોળનો અર્ધ ભાગ પ્રકાશિત માલમ પડે છે અને તેથી તે **अर्ध चंद्र** કહેવાય છે. બારેસને દિવસે સૂર્યના ઉદય પછી નવ કલાકે ચંદ્ર ઉગે છે એટલે બપોરે ત્રણ ચાર વાગે ઉગે છે ને તેથી ચંદ્ર સવારના ત્રણ ચાર વાગે આથમે છે. એ દિવસે સાતેમ કરતાં વધારે પ્રકાશિત ભાગ દેખાય છે અને તે **बिंबाकार चंद्र** કહેવાય છે. પૂનેમને દિવસે સૂર્યના ઉદય પછી ચંદ્ર બાર કલાકે ઉગે છે એટલે સાંજે ઉગે છે અને બીજી સવારે અસ્ત પામે છે. તે દિવસે જે અર્ધો ભાગ આપણે ચંદ્રનો જોઇએ છીએ તે બધોજ પ્રકાશીત દેખાય છે. પૂનેમ પછી ચંદ્રનો ઓછો ને ઓછો પ્રકાશીત ભાગ જોતા જઇએ છીએ. વદ સાતેમ આઠેમને દિવસે પૂનેમને દિવસે જેટલે કલાકે ચંદ્ર ઉગ્યો હોય તેથી ૬ કલાકે ઉગે છે એટલે રાતના બાર વાગે ઉગે છે અને બીજે દિવસે બપોરે બાર વાગે અસ્ત પામે છે. શિઆળાના દિવસમાં કેટલીક વખતે સવારે આઠ નવ વાગ્યા સુધી ચંદ્ર જોવામાં આવે છે. સુદ સાતેમની માફક એ દિવસનો ચંદ્ર પણ **अर्ध चंद्र** કહેવાય છે. રાતના બાર વાગે

ચંદ્રને ઉગતો જોઈએ છીએ તે વખતે એ ઘણો લાલ દેખાય છે અને તે પછી ધીમે ધીમે તેનું તેજ નિર્મળું થતું જાય છે. ત્યાર પછી વદ ૧૩ પર સુદ બીજને દિવસે જેવો ચંદ્ર દેખાય છે તેવોજ દેખાય છે અને તે **બાલેંદુ ચંદ્ર** કહેવાય છે.

આ પ્રમાણે [1]યોગમાં અમાવાસ્યાનો ચંદ્ર, ચતુર્થાશમાં અર્ધ ચદ્ર (પહેલો અને છેલ્લો), [2]પ્રતિયોગમાં પૂર્ણ ચંદ્ર, યોગ અને ચતુર્થાશ વચ્ચે બાલેંદુચંદ્ર (બાળચંદ્ર) અને ચતુર્થાશ અને પ્રતિયોગની વચ્ચે બિંબાકાર ચંદ્ર હોય છે.

ग्रहण.

આપણા પુરાણોમાં ગ્રહણ વિષે જે કહેવામાં આવે છે તે જાણવું જરૂરનું છે. આપણે કહીએ છીએ કે ગ્રહણ વખતે રાહુ આડો આવે છે અને રાહુ ચંદ્ર અને સૂર્યને દુઃખ દે છે. તેમાંથી તેમને મુક્ત કરવાને આપણે પ્રાર્થના કરીએ છીએ તથા તે કાર્ય સારૂ દાન આપીએ છીએ. એવું કહેવામાં આવે છે કે રાહુ એક દૈત્ય હતો. તે કશ્યપ ને દિતિનો પુત્ર હતો. એને ચાર હાથ હતા અને એના શરીરનો નીચલો ભાગ પુંછડીના આકારનો હતો. એ દેવતાઓમાં કલહ કરાવતો હતો તેથી દૈત્યોની એના પર પ્રીતિ હતી. જ્યારે દેવ અને દૈત્યોએ સમુદ્ર મંથન કરી અમૃત કહાડયું અને કૃષ્ણે મોહિની સ્વરૂપ લઈ દેવોને અમૃત આપવા માંડયું ત્યારે એણે દેવનું રૂપ લઈ સૂર્ય ચંદ્રની વચ્ચે બેસી તે પીધું. પણ તરતજ ચંદ્ર અને સૂર્યે કૃષ્ણને નિશાની કરી એટલે કૃષ્ણે ચક્રવતી એનું માથું ને બે હાથ કાપી નાંખ્યા. એણે અમૃત પીધું હતું તેથી એ મુઓ નહિ પણ ધડ અને ડોકું જીવતાં છુટાં પડયાં. પછી એને કૃષ્ણે કહ્યું કે હવે તું દેવની પંક્તિમાં આવ્યો માટે તું રાક્ષસી બુદ્ધિ છોડી દે અને અમે

---

૧ જ્યારે ચંદ્ર પૃથ્વી અને સૂર્યની વચ્ચે હોય છે ત્યારે યોગ કહેવાય છે.

૨ જ્યારે ચંદ્ર અને સૂર્ય વચ્ચે પૃથ્વી હોય છે ત્યારે ચંદ્ર પ્રતિયોગમાં કહેવાય છે.

તને આકાશમાં દેવની સાથે બેસવાની જગ્યા આપીએ. રાહુ પછી આકાશમાં ગયો ને નવ ગ્રહમાં ગણાયો. એના ડોકાને રાહુ અને ધડને કેતુ કહે છે. સૂર્ય અને ચંદ્રે કૃષ્ણને સાન કરી બતાવ્યો હતો તે વેર રાખીને તેઓને અમાસે ને પુનમે કોઈ કોઈ વાર રોકે છે જે ગ્રહણ કહેવાય છે.

આગળ સમજાવેલું છે કે ક્રાંતિવૃત્ત અને ચંદ્રનો માર્ગ એક બીજાને છેદે છે અને એ બે વર્તુલ એક બીજાને જે બે બિંદુમાં છેદે છે, તે બે છેદન-બિંદુ રાહુ અને કેતુ કહેવાય છે. અંગ્રેજીમાં તેને "નોડસ" કહે છે અને એ બે બિંદુ પર ચંદ્ર હોય તોજ ગ્રહણ થાય છે માટે તેને રાહુ અને કેતુ કહેવામાં આવે છે.

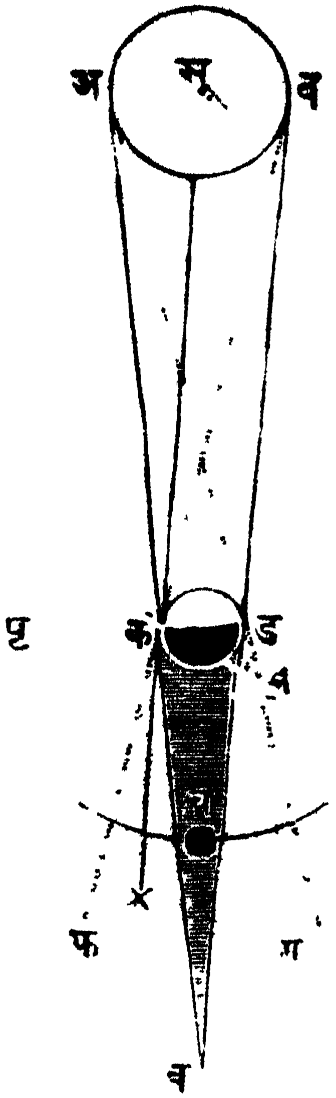
જ્યારે ચંદ્રનું તેજ પૃથ્વીના પડછાયાથી અને સૂર્યનું તેજ ચંદ્રના વચમાં આવવાથી દેખાતું બંધ થાય છે ત્યારે ગ્રહણ થયલું કહેવાય છે, અથવા જ્યારે કોઈ આકાશી પદાર્થનું તેજ બીજા આકાશી પદાર્થને લીધે થોડું અથવા તદન બંધ થાય છે ત્યારે તે દેખાવ ગ્રહણ કહેવાય છે. ગ્રહણ વિષે જે વહેમો છે તે તદન ખોટા છે એમ આગળ ઉપોદ્‌ઘાતમાં લખ્યું છે તે પરથી માલમ પડ્યું હશે. ગમે તેમ હોય તોપણ અમુક વર્ષે જે ગ્રહણ થવાનાં છે તે થયા વગર રહેતાં નથી. ૧૯ વર્ષમાં અમુક ગ્રહણ થાય છે તેનાં તેજ દર ૧૯ વર્ષમાં થાય છે. જો એક ૧૯ વર્ષના ગ્રહણની તારીખ આપણે જાણતા હોઈએ તો તે ઉપરથી હજારો વર્ષમાં ગ્રહણ કઈ કઈ તારીખે થશે તેનો નિર્ણય આપણે બેઠાં બેઠાં કરી શકીએ. આપણા લોકમાં એમ કહેવામાં આવે છે કે જેમ પાપ વધારે તેમ ગ્રહણ વધારે થાય છે. આ તેમનું કહેવું તદન અસત્યજ છે. હાલ જેમ ગ્રહણ થાય છે તેમ હજારો વર્ષ પર થતાં હતાં અને હજારો વર્ષ સુધી થશે.

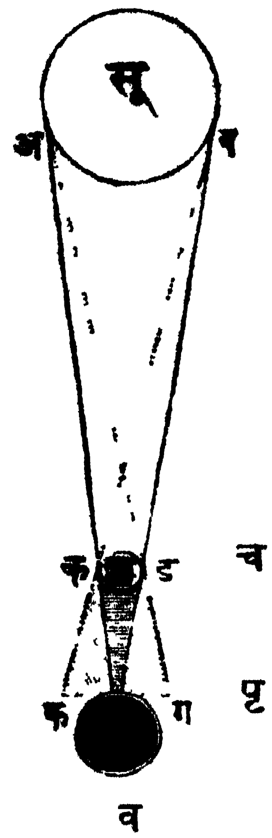
ગ્રહણ વખતે આપણે ઇશ્વરની પ્રાર્થના કરીએ છીએ, નાહીએ છીએ, ઘરો સાફ કરીએ છીએ તે કોઈ પણ રીતે નકામું નથી. ઇશ્વરની પ્રાર્થના ગમે તે વખતે કરો તે ઇશ્વરને કબૂલ છે અને જે વખતે હવામાં આવા ફેરફાર થયેલા હોય તે વખતે ઇશ્વરની પ્રાર્થના કરો તો કંઈ ખોટું નથી. ગ્રહણ વખતે

જ પ્રાર્થના કરવી એવો કંઈ હુકમ નથી. ઇશ્વિરની પ્રાર્થના કરવી એ આપણી ફરજ છે અને તે ફરજને અદા કરવી જોઇએ. કેટલાક અજ્ઞાની લોકો છે તે લોકો પોતાની ફરજ બરાબર સમજતા નથી એમ સમજી કેટલાક ડાહ્યા પુરૂષોએ તેમના પર આ વખતે ઇશ્વિરની પ્રાર્થના કરવાની ફરજ નાખેલી હોવી જોઈએ. ડાહ્યા પુરૂષો તો સમજે છે કે ગ્રહણ પાપ કે પુન્યને લીધે થતું નથી પણ આવા સમય પર પ્રાર્થના કરવાની ફરજ રાખી હોય તો જે તદન પ્રાર્થના કરતા ન હોય તેવાઓ પણ પ્રાર્થના કરે. આ વખતે હવામાં ફેરફાર થાય છે. જે દરેક માણસે ખગ્રાસ સૂર્યગ્રહણ ઈ. સ. ૧૮૯૮ માં જોયું હતું તેને આનો ખરો અનુભવ હોવો જોઇએ. ઘરો સાફ કરવાં, લૂગડાં ધોવાં એ ગંદા લોકોને માટે ફરજ રાખેલી હોવી જોઇએ. કેટલીક સ્ત્રીઓ આવો પ્રસંગ આવે છે ત્યારેજ માત્ર ઘર બધું સાફસુફ કરે છે. ડાહ્યા પુરૂષોએ આવી સ્ત્રીઓને માટેજ આવા નિયમો રચ્યા હશે. જે લોકો ઇશ્વિરનું ભજન કરે છે, જે લોકો ઘરો સાફસુફ રાખે છે, તેવા લોકોને માટે ગ્રહણ વખતે આવી તરેહનું કામ હોતું નથી, પણ કઇ જુદાજ પ્રકારનું કામ હોય છે.

જ્ઞાની પુરૂષો એવા દેખાવ વખતે નિરીક્ષા કરી ઘણી કિમતી શોધ્ધ કરે છે. તેમાં ખાસ સૂર્યગ્રહણ તો તેમને વધારે કિમતી છે અને તે જોવા ખાતર હજારો માઇલિથી હજારો રૂપીઆ ખરચી, હજારો જેહમત ઉઠાવી જ્યાં ગ્રહણ થતું હોય ત્યાં જોવાને જાય છે.

જ્યારે કોઈ અપ્રકાશિત અપારદર્શક પદાર્થ તેજસ્વી પદાર્થની આગળ આવે છે ત્યારે તેજ આવતું બંધ થાય છે અને અપ્રકાશિત અપારદર્શક પદાર્થનો પડછાયો પડે છે. ચંદ્ર પૃથ્વીની પ્રદક્ષિણા કરે છે અને માર્ગમાં અમાસ વખતે સૂર્ય અને પૃથ્વીની વચ્ચે આવે છે અને પુનેમ વખતે પૃથ્વી સૂર્ય અને ચંદ્રની વચ્ચે આવે છે. અમાસને દિવસે ચંદ્ર કોઈ વખત સૂર્યનું તેજ આવવા દેતો નથી અને પુનેમને દિવસે પૃથ્વી કોઈ વખત ચંદ્ર પર સૂર્યનું તેજ આવવા દેતી નથી.





આકૃતિ ૨૦ અને ૨૧

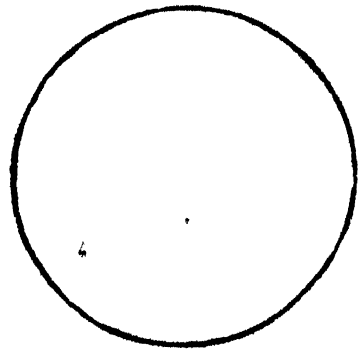
પૃથ્વીનો ઘેરો પડછાયો અને આછો પડછાયો. **ચંદ્રનો ઘેરો પડછાયો અને આછો પડછાયો.**

આકૃતિ ૨૦ માં **सू पृ** અને **चं** એ સૂર્ય, પૃથ્વી અને ચંદ્ર દર્શાવે છે. **क ड व** પૃથ્વીનો ઘેરો પડછાયો છે. **फ क व** અને **ग ड व** આછા પડછાયાવાળા ભાગો છે. કોઈ પણ માણસ **क फ** અને **क व** વચ્ચે આવેલા X બિંદુએ ઉભો રહી સૂર્યનો થોડો ભાગ જોઈ શકે, પણ **क ड व** વચ્ચે ઉભેલો આદમી કોઈ પણ રીતે સૂર્યને જોઈ શકશે નહિ. આકૃતિ ૨૧ માં **क ड व** ચંદ્રનો ઘેરો પડછાયો છે અને **फ क व** અને **ग ड व** એ બે આછા પડછાયાવાળા ભાગો છે.

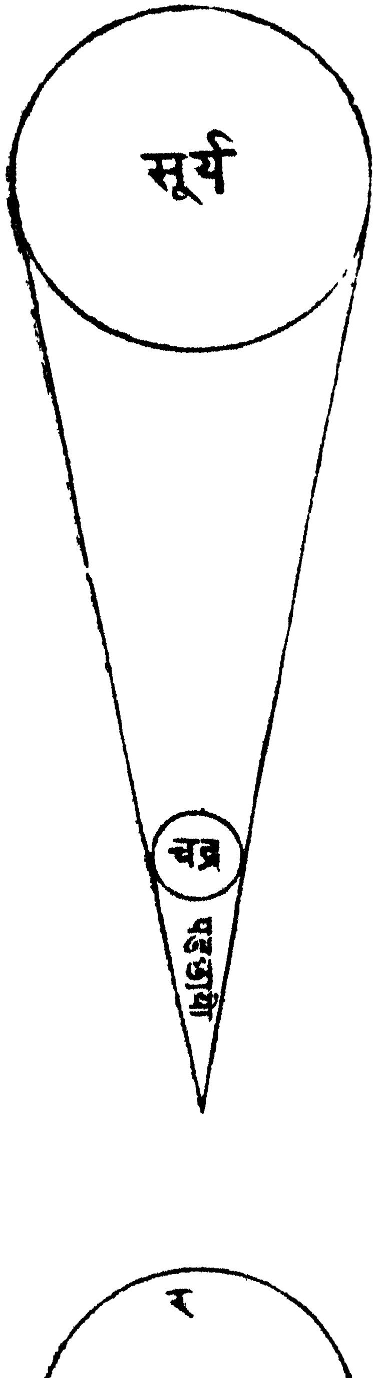
ગ્રહણ બે તરેહના છેઃ—સૂર્યગ્રહણ અને ચંદ્રગ્રહણ. સૂર્યગ્રહણ અમાસને દિવસે જ્યારે સૂર્ય, ચંદ્ર અને પૃથ્વી ત્રણે એક સીધી લીટી અને એક સપાટીમાં આવે છે ત્યારે થાય છે (આકૃતિ ૨૧ મી). તે વખતે ચંદ્રનો અપ્રકાશિત ભાગ આપણી તરફ છે અને ચંદ્રનો પડછાયો આપણી તરફ પડે છે. પૃથ્વીના જેટલા ભાગમાં સૂર્ય દેખાતો નથી તેટલા ભાગમાં ત્યારે સૂર્યનું **ખગ્રાસ ગ્રહણ** થયલું કહેવાય છે, અને તેજ વખતે પૃથ્વીના જે ભાગ પર આછો પડછાયો પડે છે તે ભાગ પર સૂર્યનું ખંડિત ગ્રહણ દેખાય છે. ઘેરા પડછાયાનો વ્યાસ પૃથ્વી પર ૧૭૦ માઈલ કરતાં ઓછો હોય છે તેથી પૃથ્વી પર પડછાયાનો માર્ગ લાંબો અને સાંકડો હોય છે. આછો પડછાયો ઘણો પહોળો હોય છે. પૃથ્વી પર તેનો વ્યાસ ૪૪૦૦ માઈલ હોય છે. કેટલીક વખતે જ્યારે એ ત્રણે સીધી લીટીમાં હોતા નથી એટલે કે ચંદ્ર રાહુ અથવા કેતુ બિંદુ પર હોતો નથી પણ જરા ઉચો કે નીચો હોય છે ત્યારે **ખંડિત ગ્રહણ** સૂર્યનું થાય છે.

આગળ કહેલું છે કે ચંદ્રનો માર્ગ લંબગોળ છે તેથી કોઈ વખત તે પૃથ્વીની પાસે હોય છે અને કોઈ વખતે પૃથ્વીથી દૂર હોય છે. જ્યારે એ પૃથ્વીની પાસે હોય છે અને ચંદ્ર રાહુ કે કેતુ બિંદુ પર હોય છે ત્યારે ચંદ્રનો પડછાયો પૃથ્વી સુધી પહોંચે છે અને ચંદ્ર પાસે હોવાને લીધે તેનું બિંબ મોટું દેખાવાથી આખો સૂર્ય ઢંકાઈ જાય છે. પણ જ્યારે ચંદ્ર દૂર હોય છે ત્યારે તેનો પડછાયો પૃથ્વી સુધી પહોંચતો નથી અને ચંદ્ર નાનો દેખાવાને લીધે આખો સૂર્ય ઢંકાઈ જતો નથી પણ માત્ર વચલો ગોળ ભાગ ઢંકાય છે અને આજુબાજુ ગોળ કંકણ આકારમાં સૂર્યનું તેજ દેખાય છે. આ ત્રીજા પ્રકારના ગ્રહણને **કંકણાકાર ગ્રહણ** કહે છે. આકૃતિ ૨૨ માં ચંદ્રનો પડછાયો પૃથ્વીને અડકતો નથી અને તેથી તે વખતે સૂર્યનું કંકણાકાર ગ્રહણ થાય છે. આકૃતિ ૨૩ માં તે વખતે સૂર્ય કેવો દેખાય છે તે બતાવેલું છે. સૂર્યનો વચલો ભાગ ઘેરાયેલો છે અને તેની આજુબાજુ પ્રકાશિત ભાગ કંકણાકારે આવી રહેલો છે.

ચંદ્રનું ઓછામાં ઓછું અંતર ૨,૨૧૦૦૦ માઇલ અને વધતામાં વધતું અંતર ૨,૫૩,૦૦૦ માઇલ છે.



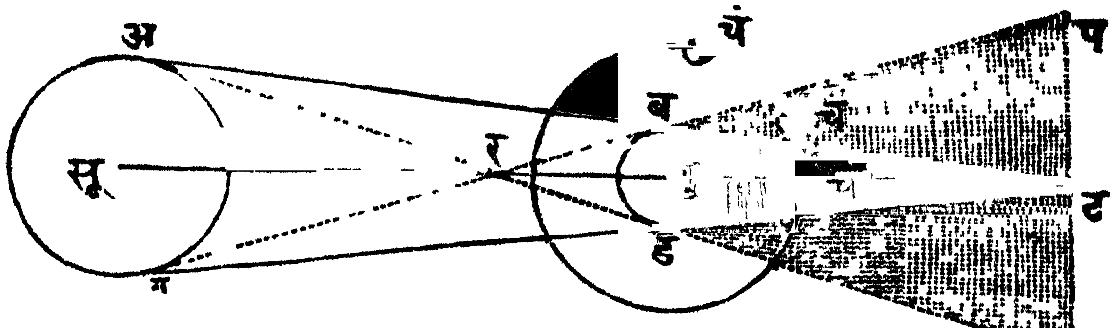
આકૃતિ ૨૩
કંકણાકાર ગ્રહણ.



આકૃતિ ૨૨
કંકણાકાર ગ્રહણનું કારણ.

પુનેમને દિવસે પૃથ્વી ચંદ્ર અને સૂર્યની વચ્ચે આવે છે અને તે દિવસે જો ત્રણે એક સીધી લીટીમાં અને એકજ સપાટીમાં હોય તો ચંદ્રનું ખગ્રાસ ગ્રહણ થાય છે, એટલે જો ચંદ્ર રાહુ કે કેતુ બિંદુ પર હોય તો ચંદ્રનું ખગ્રાસ ગ્રહણ થાય છે. રાહુ કે કેતુ બિંદુ ક્રાંતિવૃત્તનું છેદનબિંદુ છે અને સૂર્ય અને પૃથ્વીનું મધ્યબિંદુ ક્રાંતિવૃત્તની સપાટીમાં છે એટલે તે પ્રસંગે પૃથ્વી સૂર્યનું તેજ બરાબર ચંદ્ર પર પડવા દેતી નથી અને પૃથ્વીનો પડછાયો ચંદ્ર પર પડે છે, તે વખતે આખા ચંદ્રનું તેજ કમી થઈ જાય છે (આકૃતિ ૨૪ મી).

જ્યારે ચંદ્ર રાહુ કે કેતુ બિંદુથી થોડો ઉંચો કે નીચો હોય છે ત્યારે ચંદ્રનું ખંડિત ગ્રહણ થાય છે એટલે ચંદ્રના થોડા ભાગ પર તેજ કમી થયલું લાગે છે. નીચેની આકૃતિ પરથી માલમ પડશે કે ચંદ્રગ્રહણ વખતે જ્યારે ચંદ્ર આછા પડછાયામાં દાખલ થાય છે ત્યારે સૂર્યના થોડા ભાગમાંથી તે પર તેજ પડે છે તેથી ચંદ્રનું અગાઉ કરતાં ઓછું તેજ માલમ પડે છે, પણ ઘેરાતો નથી. જેવો ચંદ્રનો ભાગ ઘેરા પડછાયામાં દાખલ થાય છે કે તરતજ ચંદ્ર ઘેરાવા માંડે છે અને પૃથ્વી પર “ દે દાન છુટે ચાંદ ” એમ બુમો પડવા માંડે છે.



આકૃતિ ૨૪ મી.

આ પ્રમાણે ચંદ્રગ્રહણ બે તરેહનાં છેઃ–ખગ્રાસ અને ખંડિત. અને સૂર્યગ્રહણ ત્રણ તરેહનાં છેઃ–ખગ્રાસ, ખંડિત અને કંકણાકાર. ત્યારે કોઈ પણ માણસને શંકા થાય કે ચંદ્રનું કંકણાકાર ગ્રહણ કેમ થતું નહિ હોય? તેનો જવાબ એટલો છે કે પૃથ્વીના પડછાયાનો વ્યાસ એટલો મોટો છે કે

ચંદ્ર દૂર હોય તો એ પણ ચંદ્ર આખો ઢંકાઈ જાય છે એટલે ચંદ્રનું કંકણાકાર ગ્રહણ થઈ શકતું નથી. વળી આપણે જોયું કે ચંદ્રનું ગ્રહણ પુનેમેજ અને સૂર્યનું ગ્રહણ અમાસેજ થઈ શકે છે તો તે ઉપરથી પાછો આપણને સંશય થાય કે દર પુનેમે અને દર અમાસે ગ્રહણ થતાં કેમ નથી ? પણ આપણે આગળ જોયું છે કે પૃથ્વીનો ફરવાનો માર્ગ અને ચંદ્રને ફરવાનો માર્ગ એ બંને એક સપાટીમાં નથી. જો એ બંને માર્ગ એકજ સપાટીમાં હોય તો દર પુનેમે અને દર અમાસે ગ્રહણ થઈ શકત. બંનેના માર્ગની સપાટી વચ્ચે ૫° નો ખુણો થાય છે તેથી કોઈક વખતે એવો સંજોગ આવી જાય છે.

સૂર્યગ્રહણ માટે નીચલા સંજોગ હોવા જોઈએ.

(अ)

(૧) અમાસ હોવી જોઈએ.
(૨) રાહુ અથવા કેતુ બિંદુ પર ચંદ્ર હોવો જોઈએ.
(૩) ચંદ્ર પૃથ્વી સમીપ બિંદુ પર હોવો જોઈએ.

આ ઉપલા ત્રણ સંજોગો હોય તો ચંદ્રનો ઘેરો પડછાયો જેટલી જગ્યા પર પડશે તેટલી જગ્યાએ **ખગ્રાસ સૂર્યગ્રહણ** થશે અને આછા પડછાયાવાળી જગ્યામાં **ખંડિત ગ્રહણ** દેખાશે અને જે જગ્યા પર આ બે પડછાયામાંનો એક પણ ન હશે તે જગ્યાએ ગ્રહણ બિલકુલ દેખાશે પણ નહિ.

(ब)

(૧) અમાસ હોવી જોઇએ.
(૨) ચંદ્ર રાહુબિંદુ અથવા કેતુબિંદુ પર હોવો જોઈએ.
(૩) ચંદ્ર પૃથ્વીથી દૂર બિંદુ પર હોવો જોઈએ.

આ ब સંજોગો વચ્ચે સૂર્યનું **કંકણાકાર ગ્રહણ** થશે.

(क)

(૧) અમાસ હોવી જોઈએ.
(૨) રાહુ અથવા કેતુબિંદુ નજદીક ચંદ્ર હોવો જોઈએ.

આ **क** સંજોગો વચ્ચે **સૂર્યનું ખંડિત ગ્રહણ** થાય છે.

ચંદ્રગ્રહણ માટે નીચલા સંજોગ હોવા જોઈએ.

(अ)

(૧) પુનેમ હોવી જોઈએ.

(૨) રાહુ અથવા કેતુ બિંદુ પર ચંદ્ર હોવો જોઈએ.

આ **अ** સંજોગ વચ્ચે **ચંદ્રનું ખગ્રાસ ગ્રહણ** થાય છે.

(ब)

(૧) પુનેમ હોવી જોઈએ.

(૨) ચંદ્ર રાહુ અથવા કેતુ બિંદુ નજદીક હોવો જોઈએ.

આ **ब** સંજોગ વચ્ચે **ચંદ્રનું ખંડિત ગ્રહણ** થાય છે.

कई दिशाथी ग्रहण शरु थाय छे.

પૃથ્વી અને ચંદ્ર બંને પશ્ચિમથી પૂર્વ ફરે છે તેથી ચંદ્રગ્રહણ પૂર્વ બાજુએ શરૂ થશે અને પશ્ચિમ બાજુથી છુટશે અને સૂર્યગ્રહણ ચંદ્રને લીધે થાય છે તેથી ચંદ્ર ફરતાં પોતાના પૂર્વ ભાગથી પહેલાં સૂર્યનો પશ્ચિમ ભાગ ઢાંકી નાંખશે એટલે સૂર્યગ્રહણ વખતે સૂર્ય પશ્ચિમથી ઘેરાવા માંડશે અને પૂર્વથી છુટશે.

ग्र णनी ंख्या, वखत अने फरीथी क्यारे थशे ?

એવી ગણત્રી કરવામાં આવી છે કે ૧૮ વર્ષ અને ૧૧ દિવસમાં ૭૦ ગ્રહણ થાય છે. તેમાં ૪૧ સૂર્યગ્રહણ અને ૨૯ ચંદ્રગ્રહણ થાય છે. એક વર્ષમાં વધારેમાં વધારે સાત ગ્રહણ થાય છે. તે વખતે તે સાતમાં પાંચ સૂર્યગ્રહણ અને બે ચંદ્રગ્રહણ હોવાં જોઈએ. વર્ષમાં ઓછામાં ઓછાં બે ગ્રહણ થવાંજ જોઈએ અને જ્યારે ફક્ત બે ગ્રહણ થાય છે ત્યારે તે બંને સૂર્યગ્રહણ હોવાં જોઈએ. તેથી કોઈ વર્ષ એમ પણ બને કે આખું વર્ષ એક પણ ચંદ્રગ્રહણ હોઈ શકેજ નહીં. અગર જો કે વર્ષમાં વધારેમાં વધારે સાત ગ્રહણ હોઈ શકે પણ ભાગ્યેજ વર્ષમાં ચાર કરતાં વધારે ગ્રહણ હોય છે. આપણને સૂર્યગ્રહણ કરતાં ચંદ્રગ્રહણ વધારે હોય એમ દેખાય છે, પણ

ખરૂં જોતાં તેમ નથી, કારણ કે સૂર્યગ્રહણ આગળ લખ્યું છે તેમ માત્ર થોડી જગ્યામાં દેખાય છે, પણ ચંદ્રગ્રહણ તો તે વખતે પૃથ્વીના જેટલા ભાગમાં રાત હોય તેટલા બધા ભાગમાં દેખાય છે. સૂર્યગ્રહણ મુંબઈમાં ખગ્રાસ દેખાય, સુરતમાં ખંડિત દેખાય અને અમદાવાદમાં દેખાય પણ નહિ. તેથી કંઈ અમદાવાદના લોકોથી એમ કહી ન શકાય કે પૃથ્વી પર સૂર્યગ્રહણ થયુંજ નથી. ઈંગ્લંડમાં બસેં વર્ષ સુધી એકે સૂર્યનું ખગ્રાસ ગ્રહણ દેખાયું નહોતું તેથી કંઈ ઇંગ્લંડના લોકો કહી શકે નહિ કે ખગ્રાસ ગ્રહણ થતાંજ નથી.

ચંદ્રગ્રહણ ખગ્રાસ હોય તો ચાર કલાક સુધી રહે છે. તેમાં ચંદ્ર બે કલાક સુધી બધોજ ઘેરાયલો રહે છે. સૂર્યનું ખગ્રાસ ગ્રહણ ઘેરાવાનું શરૂ થાય ત્યારથી છૂટે ત્યાં સુધી બે કલાક લે છે. પુરેપુરો ઘેરાયલો સૂર્ય વધારેમાં વધારે આઠ મિનિટ રહે છે; પણ સાધારણ રીતે બેથી ત્રણ મિનિટ કરતાં વધારે ઘેરાયલો રહેતો નથી.

ઉપોદ્ઘાતમાં બતાવ્યું છે તે પ્રમાણે ૧૮ વર્ષ ૧૦ દિવસ અને આટલા કલાકે ફરી ને ફરી તે ગ્રહણ થાય છે, પણ તે અને તે ગ્રહણ તેની તેજ જગ્યાએ દેખાય છે એમ નથી.

ખગ્રાસ વખતનો દેખાવ.

સૂર્યનું ખગ્રાસ ગ્રહણ એ ઘણો ભવ્ય દેખાવ છે. સૂર્ય પૂરેપુરો ઘેરાય તે અગાઉ જમીન પર રંગમાંજ ફેરફાર થયલો લાગે છે અને તે કંઈ બીજી દુનિયાનોજ લાગે છે અને જોનારને ભય લાગે છે. કેટલીક વખતે ચંદ્રનો પડછાયો બીક લાગે એવી ઝડપથી આગળ વધતો અને જાણે સૂર્યને મારવા ધસતો હોય એમ દીસે છે. થોડી સેકંડમાં તે સૂર્યની પાસે આવી રહે છે અને સૂર્યનાં કિરણ બંધ થઈ જાય છે. તરતજ ગ્રહો અને તારાઓ દેખાવા લાગે છે. મધમાખીઓ પોતાના મધપુડા તરફ જાય છે. મરઘીનાં બચ્ચાં પોતાના ઘરમાં ભરાઈ જાય છે. પાંજરામાં રહેનારાં પક્ષી રાત્રે જેમ ઉંઘતાં હોય તેમ પોતાનાં માથાં પાંખમાં ઘાલી દે છે. ચામાચેણો અને ઘુવડો રાત પડી

હોય તેમ સહેલ મારવા નીકળી પડે છે. કુતરાઓ ગભરાઈ જાય છે કે પૃથ્વી પર આ શું થયું છે અને રડવા માંડે છે. ઘોડાઓ પણ કેટલીક વખતે રસ્તે સુઈ જાય છે અને આગળ વધતા નથી. કેટલીક વખતે બળદો એકઠા થઈ વર્તુલમાં ઉભા રહે છે અને તે વખતે તેમનાં મોં વર્તુલની બહાર હોય છે. તેઓ બીએ છે કે રખેને તેમના પર હુમલો થશે તેથી ધુરકતાં શીંગડાં તૈયાર રાખી ઉભા રહે છે. પૃથ્વી પર જ્યારે આ પ્રમાણે ભય પથરાઈ રહેલો છે ત્યારે આકાશમાં તો આનંદદાયક દેખાવ નજરે પડે છે. સૂર્યની આજુબાજુ મુકુટાવરણ ખીલી રહેલું હોય છે. તેનો રંગ મોતી જેવો સફેદ હોય છે, અને એવો સફેદ ચળકાટવાળો બીજો દેખાવ આકાશમાં નજરે પડતો નથી. તેની નીચે લાલ ભડકા જેવા ભભુકા સૂર્યમાંથી નીકળે છે. માણસના ચહેરા પણ નજર કરતાં માણસો પીળા લોહી ઉડી ગયલા માલમ પડે છે. આ દેખાવ બે ચાર મિનિટ ચાલે છે અને તરતજ બધું અદશ્ય થઈ જાય છે.

સૂર્યગ્રહણનો ઉપયોગ.

સૂર્યગ્રહણ એટલું તો ઉપયોગી છે કે વિદ્વાનો હજારો કોસથી જે જગ્યાએ તે દેખાવાનું હોય છે તે જગ્યાએ આવે છે. કેટલીક વખતે મહાસાગરમાં દેખાવાનું હોય છે તો ત્યાં મોટી સ્ટીમરોમાં બેસી જુએ છે. હિંદુસ્તાનમાં ઈ. સ. ૧૮૭૧ તથા ઇ. સ. ૧૮૯૮ એ બે વર્ષમાં સૂર્યનાં ખગ્રાસ ગ્રહણ દેખાયાં હતાં. બંને વખતે ઇંગ્લંડથી ત્યાંનો મોટો ખગોળશાસ્ત્રી સર નોરમન લોકીઅર પોતે આવ્યો હતો. લોકીઅર સાહેબે ઇ. સ. ૧૮૭૧ માં પોતાની મુસાફરીનું ઘણું મનોરંજક વર્ણન આપેલું છે. કાનાનોરથી પાદશાહી વહાણ નામે ગ્લાસ્ગોમાં બેસી બીકલ નામે સ્થળમાં એની ટોળી આવી હતી. "ટીપુના જુના કિલ્લામાં અસ્થાયી વેધશાળાને માટે મિ. મેકીવરે જે સ્થળ પસંદ કર્યું હતું તે ઉપરથી સઘળું ક્ષિતિજ દેખાતું હતું. એ સ્થળ અને તેની સમીપ છબી પાડવાને માટે ખુલ્લી જગ્યા હતી. તે બે તપાસવાથી એટલાં તો તે અનુકૂળ માલમ પડયાં કે વહાણ લંગાર્યું કે તુરત યંત્રોને જે પેટીઓમાં આણ્યાં હતાં તે ઉઘાડયા વગર તે ઠેકાણે લઈ ગયા અને

ત્યાંજ પેટીઓમાં કહાડી થોડી વારમાં યોગ્ય જગ્યાએ ગોઠવ્યાં. એ કામ ચાલતું હતું એટલામાં તે ગ્લાસ્ગો વહાણના માણસો તાકીને તોપો છોડવાની રમત રમવા લાગ્યા. એ ટોળી વહાણમાં હતી ત્યારે યંત્રોને નુકસાન લાગવાની તથા કાચનાં પાત્રો ફૂટી જવાની ધાસ્તીને લીધે એ કામ બંધ રાખ્યું હતું. વહાણના આ ભયંકર કૃત્યે કરીને તથા દુરબીનને તોપ ધારીને ત્યાં વસનારા લોકના વિચાર બદલાઈ ગયા. ગ્રહણનું મિષ છે, લડાઈ ચાલી છે; એમ ન હોય તો ગોળા ભરી તોપો શા માટે છોડે? શા વાસ્તે કિલ્લો કબજે કરે? શા માટે મોટી તોપો (તેમના મનને) ઉંચી જગ્યાએ મોટા વિસ્તારમાં ગોઠવે? કાનાનોરથી આ સિપાઇઓ શા માટે આવ્યા? એકદમ હુમલો કરવા લોકમાં ધમસાન થઈ રહ્યું. ઉંચી જ્ઞાતિની સઘળી સ્ત્રીઓને અને સુવર્ણને ઘરના ભાગમાં લોકોએ સંતાડયાં. દેવોનાં કૃત્ય જોવાને અને બની શકે તો તેમના વિચાર અને હેતુ જાણવાને માણસો રાહ જોતા બેઠા. આ અફ્વા અમને બહુ નુકસાનકારી થઈ પડત, પરંતુ તે ખોટી પડવાને દરેક માણસને વેધશાળામાં આવવા દીધો. જ્યારે દેશીઓએ એ મોટી તોપોને ઘણી પાતળી ધાતુની બનાવેલી જોઈ અને મોટામાં મોટી તોપમાંથી જોતાં જોનારનું મોં બહુજ મોટું દેખાયું ત્યારે તેમની સઘળી બીક જતી રહી." ગ્રહણ વખતે મુકુટાવરણ અને પ્રોમીનનસીઝ (ઢેકા)ની બારીક નિરીક્ષા કરવામાં આવે છે. વળી તે વખતે સૂર્યની નજદીક કંઇ વધારે ગ્રહ છે કે નહિ તેની પણ તપાસ કરવામાં આવે છે. ઈ. સ. ૧૮૭૮ના જુલાઇની ૨૯ મી તારીખે જે ગ્રહણ થયું હતું તે વખતે લ્યુઇસિ સ્વિફ્ટ અને જેમ્સ સી. વૉટસન નામના અમેરિકાના બે ખગોળશાસ્ત્રીએ કંઈ ગ્રહ જોયા હતા. પણ ત્યાર પછી કંઈ ફરીથી તે જોવામાં આવ્યા નથી. એમાંના એકનું નામ "વલકન" પણ પાડયું છે. મુકુટાવરણ, પ્રૉમીન નસીઝ અને તેજાવરણની સ્પેકટ્રોસકોપકથી તપાસ કરવાનો વખત આજ છે. મુકટાવરણનો અંદરનો ભાગ શાનો બનેલો છે તેની પણ તપાસ એજ વખતે થાય છે.

चंद्र उपर शुं छे?

આફ્રિકાખંડ તથા આસ્ટ્રેલીઆની જોડએ તેની હજુ શોધ થઈ નથી.

તેના નકશા પર કેટલાક ભાગમાં માત્ર રંગજ જોવામાં આવે છે અને ત્યાં કંઈ પણ નામ નથી. પણ ચંદ્રની બહુ બારીકીથી શોધ થયેલી છે અને તેમાંનો કોઈ પણ ભાગ ખગોળશાસ્ત્રીની નજરથી બહાર ગયલો નથી. નરી આંખે ચંદ્ર ઉપર ગમે તે આકારનાં કાળાં ધાબાં અથવા ડાઘા દેખાય છે. કેટલાકો કહે છે કે એની અંદર મનુષ્યનું મોં માલમ પડે છે. આપણે હિંદુઓ એની દેવ તરીકે પુજા કરીએ છીએ અને એના ચિત્રમાં ચંદ્રનું માથું, મૂછ, મોં વગેરે કલ્પેલું છે. ફ્રેંચ લોકો કહે છે કે જુડાસે જીસસ ક્રાઇસ્ટને ફસાવ્યો હતો તેથી તેને સજા તરીકે ચંદ્ર ઉપર દેશનિકાલ કરવામાં આવ્યો છે. એશિયા માઇનોર તરફ લોકો એમ ધારે છે કે ચંદ્ર આઇનો (આરસી) છે. અને તેમાં પૃથ્વીની છબી દેખાય છે અને પૃથ્વીપર પહાડો દરીઆ વગેરે છે તેનીજ છબી આ આપણે જોઇએ છીએ. આપણામાં વળી કેટલાક કહે છે કે આ ડાઘા દેખાય છે તે હરણ છે. આવી આવી રીતે જુદા જુદા લોકોના જુદા જુદા વિચાર છે. પણ દુરબીને તે બધા ખોટા છે એમ સિદ્ધ કર્યું છે. પણ દુરબીનથી જોતી વખતે એટલું યાદ રાખવું કે અમુક કદથી તે વધારે દેખાશે નહિ.

એક વખત એક આદમી એક પ્રખ્યાત વેધશાળામાં સાંજે ગયો. તે વેધશાળામાં ઘણુંજ કિમતી દુરબીન હતું અને ત્યાંનો ખગોળશાસ્ત્રી પણ ઘણોજ વિદ્વાન અને ઠરેલ હતો. પેલા આદમીએ કાર્ડ પર પોતાનું નામ મોકલ્યું અને તેને દાખલ કરવામાં આવ્યો. ખગોળશાસ્ત્રીએ પુછ્યું કે ભાઈ તારે શું જોવું છે? તેણે જવાબ દીધો કે હું ચંદ્ર જોવાને આવ્યો છું. મને એ ઉપગ્રહ ઘણોજ પસંદ છે. ખગોળશાસ્ત્રીએ કહ્યું કે ભલા આદમી જે વખત ચંદ્ર ઉગેલો હોય તે વખતે તું આવશે તો હું તને ચંદ્ર ઘણીજ ખુશીની સાથે બતાવીશ. પણ હમણાં તું કેમ આવ્યો તેની મને સમજ પડતી નથી. જરા આકાશ તરફ નજર તો કર. તારાઓ પ્રકાશ મારી રહ્યા છે, પણ ચંદ્ર ક્યાં છે? તું જોશે તો માલમ પડશે કે ચંદ્ર ઉગ્યો પણ નથી. રાતના બે વાગે ઉગશે અને હજુ તો નવ વાગ્યા છે. પાંચ છ કલાક પછી આવજે અને તને હું દુરબીનથી ચંદ્ર દેખાડીશ. પેલા આદમીએ વિચાર

કર્યો કે આ મને ઉડાવવા માગે છે માટે બસ મારે એનાથી દબાઈ જવું નહિ. તેથી તેણે પેલા ખગોળશાસ્ત્રીને કહ્યું કે અલબત્ત, ચંદ્ર ઉગ્યો નથી અને કોઈ પણ માણસ જોઈને કહેશે કે ચંદ્ર ઉગ્યો નથી અને હું પણ ચંદ્ર ઉગ્યો નથી માટે આવ્યો છું; કારણ કે જો ચંદ્ર ઉગ્યો હોત તો હું તારા દુરબીનની મદદ લીધા વગર જોઈ શકત.

દુરબીન દુરબીનનું કામ કરે છે અને અશક્ય હોય તે કંઈ દુરબીનની મદદથી શક્ય બની શકતું નથી. ચંદ્રને જોવાનો સૌથી ઉત્તમ વખત સુદ સાતેમ આઠેમ છે. દુરબીનની મદદથી પુનેમને દિવસે કંઈ આથી વધારે સારો લાગતો નથી, કારણ કે પુનેમને દિવસે પર્વતોના પડછાયા તેની પછવાડે હોય છે અને તેથી આપણે તે જોઈ શકતા નથી. સાતેમને દિવસે પ્રકાશિત ભાગના કિનારા પરના પહાડોના ઘણા સુંદર પડછાયા પડે છે.

ચંદ્ર ઉપર મેદાનો, જ્વાળામુખીના મુખો, પહાડોનાં શિખરો, પહાડોની હારો વગેરે નજરે પડે છે. એમાંના કેટલાકનાં નામ તેના શોધી કાઢનાર પરથી પડયાં છે. ચંદ્ર ઉપરના કાળા ડાઘાને અસલ દરીઆ નામથી ઓળખતા પણ હાલ માલમ પડયું છે કે તે મેદાનો છે. તે છતાં અસલ તેનાં નામ દરીઆ તરીકે રાખેલાં તે હજુ તેજ નામે ઓળખાય છે. ઓછી શક્તિવાળા દુરબીનથી એકદમ માલમ પડે છે કે તેઓ સુકાઈ ગયલા દરીઆનાં તળીઆં છે. એ મેદાનોની સરહદ પર કેટલીક જગ્યાએ ઉચા ડુંગરો આવેલા છે.

જ્વાળામુખીનાં મુખો.

ઓપેરા ગ્લાસની (નાટક જોવા જતી વખતે લઈ જવાનું નાનું દુરબીન) મદદથી જોઈએ તોએ માલમ પડશે કે ચંદ્રની પ્રકાશિત સપાટી પર ગોળ વીંટી આકારના પર્વતો છે. કેપ્લર નામનો જે મોટો ખગોળશાસ્ત્રી થઇ ગયો છે તે એવું ધારતો હતો કે ચંદ્ર ઉપરના લાંબા દિવસમાં સૂર્યની ગરમીથી ચંદ્ર ઉપરના લોકોએ પોતાનો બચાવ કરવાને આ ખાડાઓ ખોદ્યા હતા. જો તેને માલમ હોત કે આ ખાડાઓમાંના ઘણાનો વ્યાસ ૫૦ માઇલ કરતાં વધારે છે અને તેમાંના કેટલાકની દિવાલ ત્રણ ચાર માઇલ

કરતાં ઉંચી છે તો તે આવું ધારત નહિ. એ મુખો ઘણાં જુદા જુદા આકારનાં છે. હજારો તો એટલાં ઝીણાં છે કે ઘણાજ જબરા દુરબીનમાં ટાંકણીની અણી જેવાં દેખાય છે અને તેનો વ્યાસ અડધો માઇલ અથવા તેથી પણ ઓછો હોય છે. મોટામાં મોટાં મુખોનો વ્યાસ સો માઇલ કરતાં પણ વધારે હોય છે. મુખોના મધ્ય ભાગમાં એક ડુંગર ઘણુંખરૂં જોવામાં આવે છે.

આ ઉપરથી એમ સમજવાનું નથી કે હાલ બળતા જ્વાળામુખી (વીંટી આકારના પર્વતો તે જ્વાળામુખીનાં મુખો છે.) ચંદ્ર ઉપર છે. પૃથ્વી પર તો જે જ્વાળામુખીનાં મુખો છે તેમાંથી કોઈ કોઈ વખત બળતો પ્રવાહી પદાર્થ નીકળી આવે છે. સૅન્ડવીચ ટાપુમાં કીલુરૂ નામનો જ્વાળામુખી છે તે એક મોટું બળતા પ્રવાહી પદાર્થનું સરોવર છે, અને તેની અંદરના પદાર્થો ધગધગતા નજરે પડે છે. કેટલાક મુસાફરો તે સરોવરના કિનારા પર જઈ નીચેના ગરમ દરીઆ પર નજર નાંખી સૃષ્ટિનો ચમત્કાર જોઈ આનંદ માને છે. કોઈ કારણથી આ સરોવરની ગરમી ઓછી થાય તો આ સરોવર પત્થર જેવું બની એક વિશાળ મેદાન થઈ જશે ને માત્ર તેની આજુબાજુ ઉંચા ખડકો માલમ પડશે. સૅન્ડવીચ ટાપુમાં ગરમી ન હોય એવા ઘણા જ્વાળામુખીનાં મુખો માલમ પડે છે. નીચે ચંદ્ર ઉપરના જ્વાળામુખીના મુખનું એક ચિત્ર આપેલું છે. આપણી પૃથ્વીની માફક ચંદ્ર પણ એક વખત ગરમ હતો. ચંદ્ર



આકૃતિ ૨૫ મી.

ચંદ્ર ઉપરનું જ્વાળામુખીનું મુખ.

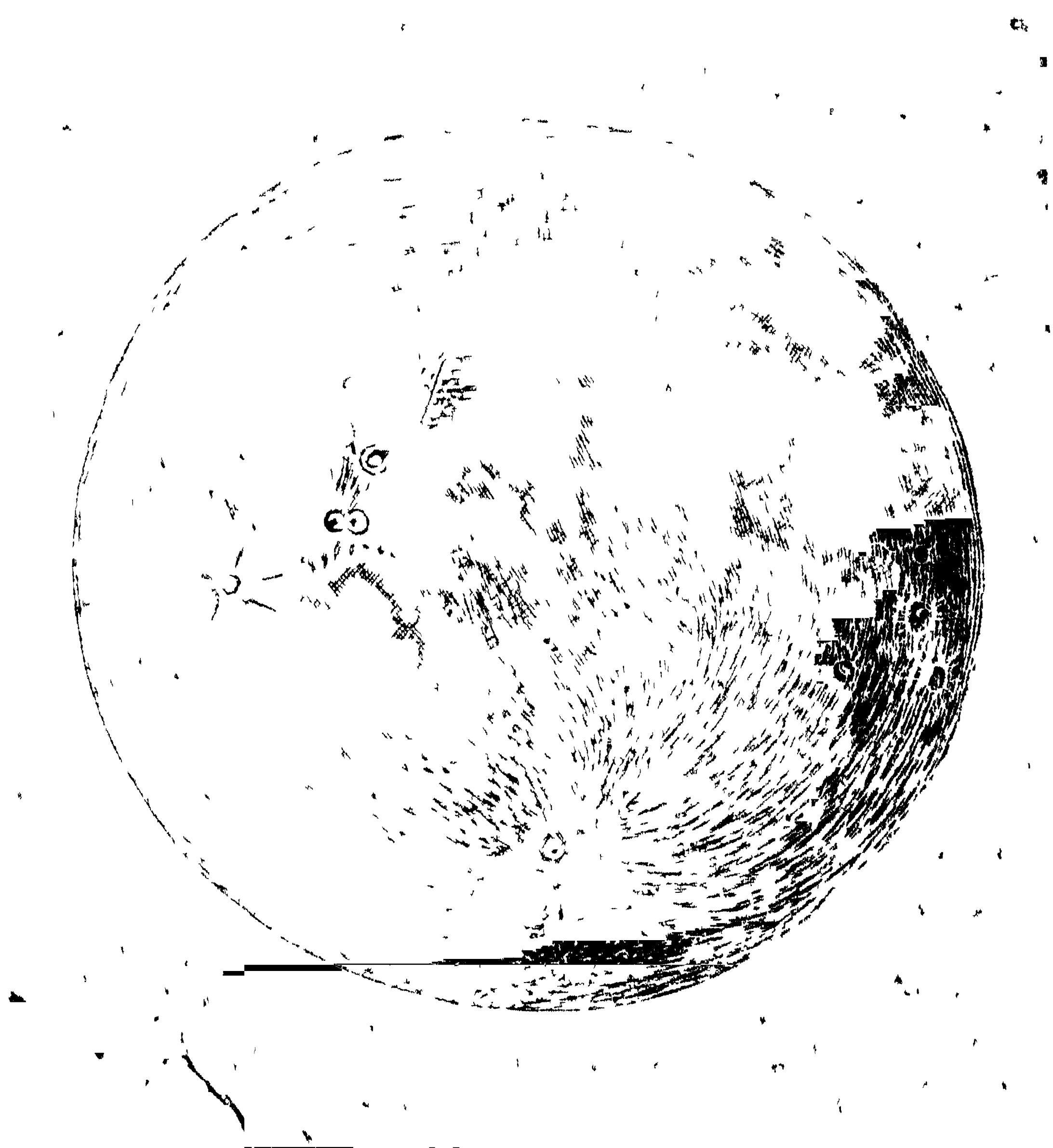
નાનો હોવાને લીધે જલદી ઠંડો પડી ગયો છે અને પૃથ્વી મોટી હોવાને લીધે હજુ જોઈએ તેટલી ઠંડી પડી નથી. પૃથ્વી પરના કેટલાક ભાગોમાં બારીક તપાસ કરતાં માલમ પડે છે કે ત્યાં અસલના વખતમાં જ્વાળામુખી હતા. સ્કોટલાંડમાં જ્યાં એડિનબરૈનો કિલ્લો બાંધવામાં આવ્યો છે તે જ્વાળામુખીની જગ્યા છે. ફ્રાંસના મધ્યભાગમાં ઓવર્ન નામનો પ્રાંત છે તે પણ જ્વાળામુખીની જગ્યા છે. ત્યાં માઈલો સુધી લાવા જમીન પર માલમ પડે છે. આ જગ્યા પરના જ્વાળામુખીઓ હજારો વર્ષ થયા શાંત થઈ ગયા છે અને લાવા ઉપર મટોડી પથરાઈ જઈ જમીન ખેડવા લાયક બની ગઈ છે.

चंद्र उपर पर्वतो अने पर्वतोनी हारो.

ચંદ્ર ઉપર છુટા છુટા એકલા પર્વતો થોડાજ નજરે પડે છે, અને જે દેખાય છે તે કેટલીક વખતે ખુલ્લા મેદાનમાં વચ્ચે એકલા નીકળી આવેલા હોય છે. તેની ઉંચાઈ એક માઇલ કરતાં વધારે હોય છે. જે પર્વતોની હાર છે તેમાં સૌથી મોટી એપીનાઇન છે. તે ૪૫૦ માઇલ લાંબી છે અને તેની ઉંચાઈ અમેરિકાના એન્ડીઝ જેટલી છે. એના શિખરોના પડછાયા ખુલ્લા મેદાનમાં સો સો માઇલ સુધી જોવામાં આવે છે, અને એ ઓળા પરથીજ પર્વતની ઉચાઈ નક્કી કરવામાં આવી છે. આકૃતિ ૨૬ માં પર્વતની હારનું ચિત્ર, મેદાનમાં ઓળા વગેરે સાથે બતાવવામાં આવેલું છે. એ પર્વત એક બાજુએ મેદાનમાંથી ચઢતો ચઢતો માલમ પડે છે અને બીજી બાજુએ તદનજ ઉભો છે. આ બીજી બાજુ કેટલીક જગ્યાએ ત્રણ માઇલ ઉભી છે.

સાંકડી, ઉંડી અને વાંકીચુકી ખીણો જે સુકાઈ ગયલા ઝરાઓનાં તળીઆં છે તેવી ખીણો પણ ત્યાં ઘણી છે.

ઘણી ઉંડી સાંકડી ફાટો જે ચંદ્ર પર નજરે પડે છે તે દશ માઇલ કરતાં કોઈપણ જગ્યાએ ઓછી ઉંડી નથી. નીચલી આકૃતિમાં એવી બે ફાટો બતાવેલી છે અને તે દરેક ૧૦૦ માઇલ લાંબી છે અને મધ્ય ભાગમાં તે એક માઇલ પહોળી છે.



આકૃતિ ૨૬ મી.

પૃથ્વીના ગોળા પર રેખાંશવૃત્તો દોરવામાં આવેલાં હોય છે તેવી કેટલીક લીટીઓ ચંદ્ર પર નજરે પડે છે. ફક્ત પુનેમના ચંદ્ર વખતે તે નજરે પડે છે. એ લીટીઓ શાને લીધે દેખાય છે અથવા તે શું છે તે નક્કી કહી શકાતું નથી.

चंद्र उपर हवा.

ચંદ્ર ઉપર હવા નથી અને જો છે તો તે ઘણીજ પાતળી છે અને તે આપણી પૃથ્વી પરની હવાના ૧૦૦૦ મા ભાગ કરતાં વધારે ઘટ નથી.

જો આપણી પૃથ્વી પરની હવાના દશમા ભાગ જેટલી તે ઘટ હોત તો જ્યારે કોઈ એક તારો ચંદ્રની પાછળ આવત તો ચંદ્રની કિનારી નજદીક તેના રંગમાં અને પ્રકાશમાં ફેર પડત. પણ તેમ બનતું નથી, અને તારો એકદમ અદશ્ય થઈ જાય છે તેથી ચંદ્ર ઉપરની હવા ઘણીજ પાતળી, નહીં જેવી હોવી જોઈએ. સૂર્યના આથમ્યા પછી ઝળઝળું રહે છે તેવું ચંદ્રના આથમ્યા પછી કોઈ પણ રીતનું ઝળઝળું રહેતું નથી.

સૂર્યના કિરણનું સ્પેકટ્રમ (પ્રકાશનું પૃથક્કરણ) અને ચંદ્રના કિરણનું સ્પેકટ્રમ એક સરખુંજ છે. જો ચંદ્ર ઉપર હવા હોત તો સ્પેકટ્રમમાં ફેર પડ્યા વગર રહેત નહિ. આ વળી બતાવી આપે છે કે ચંદ્રને પોતાનું તેજ નથી.

चंद्र उपर पाणी.

ચંદ્રની જે બાજુ આપણાથી બીજી બાજુ પર છે તે પર શું છે તે નક્કી કહી શકાતું નથી. પણ જે બાજુ આપણે જોઈએ છીએ તેથી જુદીજ તરેહની હશે એમ માનવાને આપણને કંઈ સબળ કારણ નથી. રાત્રે અને દિવસે ટંડીને લીધે જો પાણી હોય તો તે ઠરેલી સ્થિતિમાં હોવું જોઈએ.

ચંદ્ર જેમ ધારવામાં આવે છે તેમ પૃથ્વીનો એક ભાગ હોય તો જ્યારે એ છુટો પડયો ત્યારે હવા અને પાણી પણ એની સાથે ગયલું હોવું જોઈએ. એ પાણીનું શું થયું તેની આપણે અટકળજ કરી શકીએ. ચંદ્ર ટંડો પડતો ગયો તેમ તેમ મોટી ગુફાઓ બનતી ગયેલી હોવી જોઈએ અને તેની અંદર હવા અને પાણીનો સમાવેશ થયેલો હોવો જોઈએ. પાણી ખડકોમાં રસાયણી ક્રિયામાં મળેલું હોવું જોઈએ. ખડકો ગરમ થાય છે ત્યારે હવા બહાર કાઢી નાંખે છે અને ટંડા પડે છે ત્યારે ગ્રહણ કરે છે. આપણે જોતા હોઈશું કે ટંડું પાણી જ્યારે ગરમ કરીએ છીએ ત્યારે શરૂઆતમાં પરપોટા જોઇએ છીએ અને તે હવાના છે અને હવા નીકળી જાય છે. પણ પાછું પાણી ટંડું પડે છે ત્યારે પાણી હવા ગ્રહણ કરે છે. ચંદ્ર ઉપર પૃથ્વી કરતાં છઠ્ઠે ભાગે ગુરૂત્વાકર્ષણ છે તેથી આકર્ષણ ન હોવાને લીધે હવાનાં રજકણો ચાલ્યાં ગયલાં હોવાં જોઇએ.

चंद्र उपर तेज अने गरमी.

ચંદ્ર ઉપર જે પ્રકાશ પડે તેનો ૫/૬ ભાગ ચંદ્રમાં અદૃશ્ય થાય છે અને બાકીના ૧/૬ ભાગનું પરાવર્તન થાય છે. પુનેમના ચંદ્રનું જે તેજ પડે છે તેનાથી ૬૦૦,૦૦૦ ગણું તેજ સૂર્યનું છે તેમ છતાં પુનેમના ચંદ્રનું તેજ એટલું પ્રકાશિત છે કે ચોપડી વાંચી શકાય. ચંદ્રના કિરણની ગરમી ઘણીજ થોડી છે. પુનેમના ચંદ્રનું કિરણ એક વર્ષ સુધી આપણા પર પડ્યા કરે તો તેથી જે ગરમી ઉત્પન્ન થશે તે સૂર્યની ત્રણ મિનિટની ગરમીની બરાબર થશે.

આપણે જાણીએ છીએ કે જ્યાં હવા પાતળી હોય છે ત્યાં સૂર્યની ગરમી લાગતી નથી. પહાડો પર હમેશાજ ઠંડી રહે છે, કારણ કે જેટલી ઘટ હવા પૃથ્વીની સપાટી પર હોય છે તેટલી તે ઉપર હોતી નથી. હવા ધાબળીઓ છે અને જ્યાં સુધી શરીર પર ધાબળી હોય છે ત્યાં સુધી શરીર ગરમ રહે છે, તેમ જ્યાં જ્યાં ઘટ હવા હોય છે ત્યાં ત્યાં ગરમી લાગે છે. ચંદ્ર ઉપર આપણે જોયું કે હવા નથી તો ખરા તડકામાં ત્યાં ગરમી શૂન્ય અંશથી વધારે હોવી ન જોઈએ. રાતની વખતે શૂન્ય નીચે ૨૦૦° અંશ કરતાં વધારે ગરમી હોવી જોઈએ નહીં.

चंद्र अने आबोहवा.

ચંદ્ર ઉપરથી હવા તથા વેપારના ભાવો કેટલાક નક્કી કરે છે પણ તે બધું ખોટું છે. બીજના ચંદ્ર વખતે તેની અણી ઉપર પડતી હોય તો હવા સારી અને નીચે પડતી હોય તો હવા ખરાબ રહેશે એમ કહેવામાં આવે છે. પણ એ અણીઓ હજારો વર્ષ સુધી કેવી રીતે રહેશે તે આજે નક્કી કરી શકીએ. પણ કાલે હવા કેવી રહેશે તે આજે છાતી ઠોકીને કહી શકાશે નહિ. ખરૂં અગત્યનું કામ જે ચંદ્ર કરે છે તે ભરતી છે. ભરતી વખતે હજારો મણના બોજાવાળું વહાણ એકદમ ઉંચકઈ આવે છે. ચઢતી ભરતીએ હજારો વહાણો બારામાંથી ગોદીમાં જઈ શકે છે. વળી ભરતીથી નદીનો કચરો તણાઈ જાય છે અને રોગીષ્ટ જીવ જંતુનો પણ નાશ થાય છે.

ભરતીની શક્તિથી સાંચા ચલાવી વિદ્યુત્ પણ પેદા કરી શકાય ને જેથી સાંચાકામ ચલાવી શકાય.

ચંદ્રની મદદથી વહાણવટીઓ પોતાનાં વહાણો ચલાવે છે અને તેમને તે એક મોટા ઘડિઆળ રૂપે છે. ચંદ્ર એવું ઘડિઆળ છે કે તે કદી વહેલું જતું નથી અથવા મોડું જતું નથી.

ચંદ્ર ઉપરથી તારીખોનો નિર્ણય કરવામાં આવે છે. ઈ. સ. ની પહેલી સદીની શરૂઆતની તારીખ ચંદ્રગ્રહણ પરથી નક્કી કરવામાં આવી છે. એ સિવાય બીજી પણ ઘણી રીતે ચંદ્ર ઉપયોગી થઈ પડે છે.

चंद्र उपर मनुष्य.

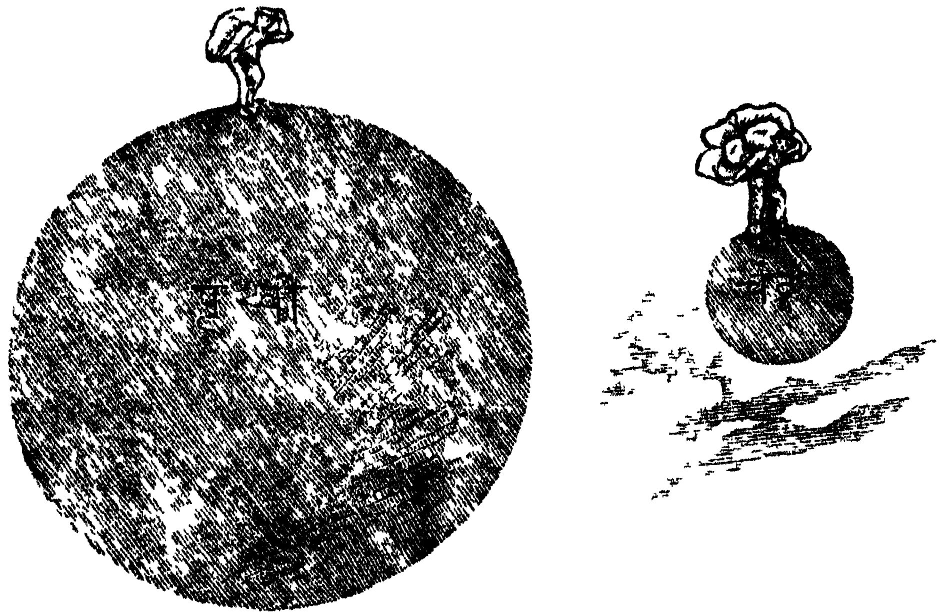
હંમેશાં ખગોળશાસ્ત્રીને પૂછવામાં આવે છે કે ચંદ્ર ઉપર આપણા જેવા માણસો છે? માત્ર દુરબીન વડે નિરીક્ષણ કરી એનો જવાબ દેવાય એમ નથી. ચંદ્ર ઉપર મોટાં મેદાનો છે પણ તે ઉપર જો હાથી ચાલતા હોય તો તે પણ આપણાથી જોઈ શકાય એમ નથી. એના ઉપર ક્યાં ઝાડો ઉગે છે તે આપણે કહી શકીએ એમ નથી. કેલીફારનીઆમાં મોટામાં મોટાં ઝાડો છે અને તે એવાં તો જાડાં છે કે તેને કોતરી તેની અંદરથી બે ઘોડાની ગાડી ઘણી રમતી રમતી લઈ જવાય. જો એવાં પણ મોટાં મોટાં ઝાડ હોય તો એ પણ સૈાથી સરસ વેધગ્રહમાંથી તે જોઈ શકાશે નહીં. ત્યાં હવા છે કે નહીં. પાણી છે કે નહીં વગેરે બાબત પર જે સિદ્ધાંતો બાંધ્યા તે પરથી આપણે અનુમાન કરી શકીશું કે ચંદ્ર ઉપર મનુષ્ય રહી શકે નહીં. ધારો કે આપણે અહીંથી ગમે તેવી રીતે ચંદ્ર ઉપર ગયા, પણ પછી ત્યાં એક એક કલાક તો શું પણ એક મિનિટ પણ રહી શકાશે નહીં. પહેલી મુશ્કેલી તો એ છે કે ત્યાં હવાજ નથી. આપણી પૃથ્વી પર તો જ્યાં જઈએ ત્યાં હવા છે. તમે પહાડના શિખર પર જાઓ અથવા બલુનમાં ઉંચા જાઓ, ત્યાંએ પણ તમને હવા મળશે. આપણને શ્વાસ માટે હવાની જરૂર છે અને જ્યાં હવા નથી ત્યાં આ પૃથ્વીનાં પ્રાણી જીવી શકેજ નહીં. પણ આપણે કેવી રીતે જાણીએ છીએ કે ત્યાં હવા નથી? અગાડી બતાવ્યું

છે કે ચંદ્રની પછાડી કોઈ તારો આવે છે ત્યારે તે એકદમ અદૃશ્ય થઈ જાય છે ને તેથીજ આપણે અનુમાન કરીએ છીએ કે ચંદ્ર પર હવા બીલકુલજ નથી. હવા નહીં હોય એટલે ત્યાં અવાજ સંભળાશે નહીં. ગમે તેવો જ્વાળામુખી ફાટે તોએ પણ તેની કોઈને ખબર પડશે નહીં. એવી ભયાનક જગ્યામાં શું મનુષ્ય રહી શકે ?

ધારો કે ત્યાં હવા છે, અને ત્યાં આપણે જઈ શકીએ એમ છે. પણ બીજી મુસ્કેલી ઉભી થાય છે અને તે એ છે કે ત્યાં પાણી નથી. ચંદ્ર ઉપર કોઇ પણ જગ્યાએ દરીઓ, મહાસાગર, સરોવર અથવા નદી નથી. ચંદ્ર ઉપર કોઈ પણ જગ્યાએ વાદળાં અથવા ધુમસ નથી. આપણે જે શોધ કરી છે તે ઉપરથી માલમ પડે છે કે એ રણ છે. ચંદ્ર ઉપર જો કોઈ ખગોળશાસ્ત્રી હોત તો તે પૃથ્વીની સપાટી વાદળાંથી ઢંકાયલી જોત અને વાદળાંની વચ્ચેથી કેટલીક વખતે પૃથ્વી પરનુ પાણી જોઈ શકત. આ પ્રમાણે પાણી અને હવા ચંદ્ર ઉપર ન હોવાને લીધે અહીં જેવાં પ્રાણી વસે છે તેવાં પ્રાણી ત્યાં વસી શકે નહીં; કારણ કે મોટાંથી નાનાં પ્રાણીને પાણી અને હવાની જરૂર છે. આપણે અહીં જે વનસ્પતિ ઉગે છે તે દરેકને પણ હવા અને પાણીની જરૂર છે.

ધારો કે ત્યાં હવા અને પાણી છે અને ત્યાં આપણે જઈને વસી શકીએ, તો એ પણ એક ત્રીજી મુસ્કેલી ઉત્પન્ન થાય છે અને તે એ છે કે જેટલું જોર ગુરૂત્વાકર્ષણનું અહીં છે તેટલું ત્યાં નથી. દરેક ચીજનું વજન ત્યાં ઓછું લાગે છે. આપણી ઘડિઆળનું વજન એક કોડી જેટલું લાગશે. મોટો પત્થર જોશો તો તેનું વજન તેટલા કદના લાકડાના કકડાના જેટલું લાગશે. જે પત્થર આપણાથી અહીં ઉંચકી શકાશે નહિ તે પત્થર ઉચકી તમે ગમે ત્યાં ફરી શકશો. તે પત્થરની રચના અને પૃથ્વી પરના પત્થરની રચના એ એમાં જરા પણ ફેર નહીં હશે, પણ ત્યાં ગુરૂત્વાકર્ષણનું બળ પૃથ્વી પરના ગુરૂત્વાકર્ષણ કરતાં છઠ્ઠે ભાગે છે માટે એમ ફેર માલમ પડે છે. ગોદીમાં અહીં મજુર છ મણનો એક કોથળો લઈ ફરે છે પણ ત્યાં તો છ મણ એટલે એક મણનું વજન લાગે છે માટે ત્યાંનો મજુર પીઠ પર છ કોથળા

લઈ ફરી શકશે ! ! ! વજનનો અર્થ ગુરૂત્વાકર્ષણનું બળ છે. ગુરૂત્વાકર્ષણનો



આકૃતિ ૨૭ મી.

ચંદ્ર પરનું ઓછું ગુરૂત્વાકર્ષણ.

નિયમ એવો છે કે તે બળ એ પદાર્થની અંદર રહેલા રજકણ સમૂહના સમ પ્રમાણમાં છે અને બેના અંતરના વર્ગના વ્યસ્ત પ્રમાણમાં બદલાય છે. જો અંતર બમણો વધારીએ તો બળ અડધું થવાને બદલે ¼ થાય છે. ઉપલા ચિત્રમાં આપણે જોઈશું તો પૃથ્વી ચંદ્ર કરતાં છગણી મોટી છે અને તેથી કુદરતી રીતે ૭ મણની ગુણ અને ચંદ્ર વચ્ચે જેટલું બળ છે તેથી છ ગણું બળ, ૭ મણની ગુણ અને પૃથ્વી વચ્ચે હોવું જોઈએ.

ગુરૂત્વાકર્ષણનું બળ ઓછું હોવાને લીધે ચંદ્ર ઉપર રમુજ જેવું આપણુને લાગ્યા વગર રહેશે નહીં. અહીં આગળ ચાકરોને એક છોકરાને ઉચકી બહાર ફરવા જતાં તાવ આવે છે. પણ ત્યાં તો એકને બદલે બે છોકરાં લઈને ફરવા જાય તો એ પણ તેને ભાર લાગશે નહીં. ક્રીકેટની રમતમાં જે બૉલથી આપણે રમીએ છીએ તે બૉલ (દડો) ત્યાં ઘણે દૂર જશે. આપણે અહીં વધારેમાં વધારે દૂર કોઈ માણસ દડો ૧૦૦ વાર નાંખે છે તો ત્યાં તો ૬૦૦ વાર નાંખશે અને આપણે અહીં ફટકો જેટલો દૂર દડો લઈ જશે તેથી છ ગણો દૂર દડો ત્યાં જશે. ઘોડે બેસીને ફરનાર આદમી

પણ મોટી મોટી વાડો અને મોટી મોટી ખાઈઓ કુદી શકશે. આપણે આ પૃથ્વી પરજ રહેવા સરજાયલા છીએ. બીજા ઘણા ગ્રહો છે અને તેમાં આપણી માફક મનુષ્યો રહેતાં હોય પણ ખરાં, પણ એટલું તો ખરૂં છે કે અહીં જેવાં પ્રાણી વસે છે તેવાં તો બીજી કોઈ પણ જગ્યા પર માલમ પડી શકશે નહીં.

રા. રા. નરસિંહરાવ ભોળાનાથે ચંદ્ર ઉપર એક ઉત્તમ કાવ્ય લખ્યું છે અને તેની અંદર ચંદ્રનો ખગોળ વિદ્યા તરફથી જોતાં સારો ચિતાર આપેલો છે માટે આ જગ્યાએ તે કાવ્ય આપી ચંદ્રનો વિષય પુરો કરીશું. એ કાવ્ય એમણે "કુસુમમાળા"માં પ્રસિદ્ધ કર્યું છે.

ચંદા.

(વિષમ હરિગીત.)

શાંતિ શીતળ વરશીને સુખમાં સુવાડું રાત્રિયે,
જે નદી, સરવર, અદ્રિ, તરવર, દિવસ તપિયાં તેમને;
કુમુદિની કરમાઈ દિવસે થાકીને સૂઈ જતી,
તેને જગાડું કર વડે મૃદુ સ્પર્શ કરિને પ્રેમથી.
કન્યકા હું કુળવતી, મુજ માત મ્હોટી મેદિની,
તેજસ્વી સૂર્ય પિતાજિ મ્હારા, એમનાથી હું બ્હિની;
માત મ્હારી પૂજ્ય તેનિ પ્રદક્ષિણા કરૂં ઉરથી,
મુજ તાત તે પણ પૂજ્ય તેવા, વંદના કરૂં દૂરથી.
નામ ચંદા મધુરૂં મ્હારૂં પાડિયું મુજ માડિયે,
ઘણિ વેળ વિચરૂં ખેલતી આ વ્યોમ કેરી વાડિયે;
માંહિ વ્હેતી વ્યોમગંગા દૂધ જેવી ઉજળી,
ને ફૂલડાં ખીલ્યાં રૂપાનાં તે ગણતી ફરૂં વળી.
ફરૂં બ્હીતી તાતથી, પણ મુજ મન ભાવતી,
નિજ સંગ લેઈ ધીમિ ધીમિ પ્રદક્ષિણાજ કરાવતી;
બન્ધુ મ્હારો રાહુ તે ઉઠયો કુછંદી કૂબડો,
કંઈ કોટિ વેળ મુને કનડતો, એ અકારો થઈ પડયો.

બ્હાર જાય પિતાજિ ત્યારે આંગણે રમું કોડથી,
રૂપા અને હીરા તણી ગેંદો લઈને દોડતી,—
એક લઉં, બીજી ઉછાળું, ત્રીજી શિર ઝીલું ધશી,
વળી ફેંકી સઘળી વેગળી માડી ભણી નિરખું હશી.

માગ્યું માત મહી કને ને તાતની અનુમાત લીધી,
આ મૃગલું મ્હારૂ;—બાપુ ! ત્હેં હજી સુધા કેમ નથી પિધી?
સુધા પાતી એહને,—ભરી કુમ્ભ આપ્યો તાતજી—
રાખું ઉછંગ મહીં સદા એને કદાપિ ન દઉં તજી.

વાંકું વળિયું રમ્ય રીતે અણીઆળું નાવડું,
માતપિતાએ આપ્યું મુજને કો દિ તે પર જઈ ચહું.
ચઢી મૂકું તરતું તે સ્વચ્છન્દ ચાલ્યું જાય ત્યાં,
ઊંડું ભૂરૂં આકાશ કેરૂં જળ અમળ ફેલાય જ્યાં.

ત્યાં ધને કો ઠામ વેરી ઝિણિ રૂપેરી રેત તે,
લઉં ખેલવા લંબાવિ કરને નાવડેથિ જતે જતે;—
ને બધી આ વેળ હરણું મ્હારૂં જે બહુ બ્હીકણું,
મુજ સોડમાં સંતાઇ સૂતું, એ મુને રૂચે ઘણું.

એવિ મેઘનિ રેતિ સરસું નાવ મુજ ઘસડાય જ્યાં,
મધુરા, રસીલા, મંદ, ઝીણા, સુન્દરા સુર થાય ત્યાં;
માત્ર દિવ્ય જનો સુણે એ મીઠું ગાન મનોહરૂં,
ને સુણે હરણું માહરૂં ને ઉંઘ મીઠી લે ખરૂં.

ત્રોડિ હું મૃદુ ને સુંવાળી સેજમાંથી જળતણી,
નાખું નજર ઝીણી શિધી સાગર અને ભૂમિ ભણી;
રંગ રાતું મુખડું મ્હારૂં કહીં વિશાળું સિન્ધુમાં,
ધોઈ કરી ચહું વ્યોમ, વળગ્યાં વાળશું જળબિન્દુડાં.

મેઘ પેલો મસ્તિખોરો મૂજને રંજાડવા,
કહીં યુક્તિઓ બહુવિધ કરે ભંગાણ સુખમાં પાડવા;

પણ હું તો હસતી રમંતી ફરૂં ઉપર નભ વિશે,
ને એહ અસ્થિર મેહુલાશું કદિ ભરાઉ નવ રીસે.

એ જ મુજને પ્રેમભર આલિંગિને કદી લાડતો,
કો સમે નિજ સિંહાસને મુજને વળી બેસાડતો;
ને રૂપેરી કોરનો રૂમાલ ધોળો દે કદી,
કદી પાથરે મૃદુ સેજ તે પર વળી ક્ષણ ભર રહુ પડી.

કો ઘડી વળી શામળી નિજ શાલ લેઈ તે વડે,
મારી ઝડપ રમતો રમંતો મુખડું મુજ ઢાંકી દિયે:
ને ત્યહાં અંબોડલો મુજ જાય છૂટી તે સમે;
ને વાળ ચળકંતા રૂપેરી વીખરી ચોગમ રમે.

પૂર્ણ પામિ વિકાસ મુખ મુજ હાસ કરતું પ્રેમથી,
તે સમે સિન્ધુ વિશાળું નિજ ઉર વિસ્તરે સામો હશી:
તે કરંતો મંદ મંદ ઘુઘાટ ભર આનંદશું,
ફેંકી તરંગો મુજ ભણી ધીમે ધિમે નાચંત શું !
ભેટવા વિસ્તારિ કરને બાથ બીડું માતને,
તે મુને મંદ હસંતિ નિરખે પ્રેમભીનાં લોચને;
અચળ પેલા તારલાની આસપાસ ઘૂમંતી તે,
સમર્પિ કેરી ગાડલી મુજ દૃષ્ટિ પડતાં ફિકિ બને.

નદીમાં સરવરોમાં, ને સિન્ધુમાં કદી ન્હાતિ હું,
તે વેળ થોડા તારલાને સંગ મુજ લઇ જાતિ હું;
ત્યાંહિં નાચું લ્હેર કરતી, વળી ડુબકાં ખાતિ હું,
ને મૃગલું મ્હારૂં તેહને એ નવલ જળ કદિ પાતિ હું.

કદી ઊંચા પર્વતે ચઢિ ટોચ પર ઊભી રહું,
નીચે બિછાવી મ્હેં રૂપેરી તેહ જાજમ નીરખું;
દૃષ્ટિ ઊંચિ ફેંકું વળિ ઊંડું ભૂરૂં આકાશ જ્યાં,
ફરી જોઉં વળિ રમતો પવન વનવેલિ સંગે રાસ ત્યાં.

એક પર્વતરાજ મુજ નીચે વિરાજે વિસ્તરી,
જેનાં શિખર પર હિમ નિરંતર વાસ કરી રહે છે ઠરી—
નિજ તળે સુવિશાળ ખંડ પડયો અલૈાકિક તેહની,
વિધવિધ દશાઓ ઊંચિ નીચિ કાળચક્રે ફરી ઘણી.

ને અનંત ગયોજ વીતિ કાળ તેહમાં નિજ સ્થિતિ
નિશ્ચળ રહી, તે જોઇ કરતો હાય કંઈ ઉજ્જવળ આત,—
એહવો મોટો મહીધર નભમહિં ધરતો રસે
હજ્જાર શૃંગે દર્પણો, પ્રત્યેકમાં મુખ મુજ હસે.

કો સમે વળી મધ્ય નભમાં રહું ઉભી ઝઝુમતી,
નીચે સુતાં જે ઝાડ ઝુંડો ત્યાં નજર મુજ ઘૂમતી;
મુજ કરે રૂપેરી બુટ્ટાદાર શેતરંજી ગુંથી
ત્યાં પડી તે જોવા હું નાખું દષ્ટિ ઝીણી મથી મથી.

પછી નીચે ઊતરૂં જ્યાં વ્યોમ પૃથ્વી ચુમ્બતાં,
ને તરૂઘટાબાકાં મહિં મુજ પ્હોળું મુખ ધરી થંભુ ત્યાં;
પછી સિન્ધુ કિનાર પર પળ માત્ર હું ઉભી રહી,
કરી ડોકિયું ફરિ એક વેળા, સૂઉ જળસેજે જઈ.

મેઘ નિજ ચઢતી સમે મુજને દમે વિખુટી કરી,
માડી થકી બહુ વેળ લગી આ વ્હાલસોહી દીકરી;
વિરહ ટળી જે વેળ વળી મુજ માડિને નિરખું ફરી,
તે વેળ કેવું પ્રફુલ્લ મુખ મુજ ધરે શેાભા સુંદરી !

કોઈ કોઈ સમે તથાપિ વિયેાગ અવધિ અંદરે
પાદ પ્રહારે તોડી ઘનપટ, પછી જનની મન્દિરે;
ડોકિયાં કરૂં જ્યાંહિં જ્યાંહિં પાડી બારી એમ મ્હેં,
ને માત મન્દિર મુકુર મૂકિયા મુખ નિરખવું ત્યાં ગમે.

ન્હાનું મેાટું થાય વપુ મુજ પણ નિરંતર અમર હું,
ને જે સમે દેખાઉં નહિં તે સમે તાતની ગમ રહું;

એક ફેરી ફરી રહું માડિ પછાડી જ્યાહરે,
જઉં એક વેળા ભેટ લેવા તાતની તો ત્યાહરે.
સલૂણી સંધ્યા સખી પ્રિય મુજ, ભેટ લેવા તે તણી,
મુજ હોડલામાં બેશીને જાઉં કદી હું બની ઠની;
પવન મૃદુથી આંગણું વાળી સમાર્યું સ્નેહથી,
વેર્યાં કુસુમ નવરંગ એમાં ઝીણા ઝીણા મેહથી.
શાંત એનું નિરખી મુખ મુજ સુખનદી નવ થોભતી,
નારંગી રંગે સાળુ સુંદર પ્હેરિ સખી શી શોભતી ?
ચકચકિત સહુ પ્હેલ વ્હોડયો તારલો સખી ભાલમાં,
લાડતી અડકું એહને કદી આવિ જઈ બહુ વ્હાલમાં.
એવિ એવિ રમત વિધવિધ સખી સંગ રમંતી હું,
પણ ભેટવા આવે મુને એ ત્યાહરે ચમકી બીહું;
કેમકે સ્હામેથી પેલી આવી કાળી રાક્ષસી,—
મુઈ રાત્રિ—એણે દુર સખિયો કીધી ક્રૂર વચ્ચે ધશી.
ઉડી ગઈ મુજ સખી ઝીણી પાંખ નિજ ઝળકાવિને,
ને મુજને તો રાક્ષસીએ પકડી લીધી આવિને;
રાખિ કરમાં થોડિ વેળા પછી મુને તે ગળી ગઈ,—
જાણે નહિં— હું અમર છું ને બેઠી મુજ મન્દિર જઈ !

નરસિંહરાવ.

प्रकरण त्रीजुं.

सूर्य.

ચંદ્ર પૃથ્વીની નજદીકનો આકાશી પદાર્થ છે અને પૃથ્વી જોડે તેનો નિકટનો સંબંધ છે. પૃથ્વી માતા છે અને ચંદ્ર તેનું છોકરૂં છે. જ્યાં જ્યાં પૃથ્વી જાય છે ત્યાં ત્યાં પૃથ્વી પોતાના બાળકને જોડે લઈનેજ જાય છે

અને પોતાનાથી તેને વખુટું પડવા દેતી નથી. બાળક વખતે નાસી જવા માગે પણ માના આકર્ષણ—સ્નેહને લીધે તેનાથી નસાતુંજ નથી. એ બાળક આપણને ઘણો ઉપયોગી છે તે આગળ દર્શાવી ગયા છીએ.

જેમ ચંદ્ર પૃથ્વીનું બાળક છે તેમજ આપણી પૃથ્વી સૂર્યનું બાળક છે. જેમ પૃથ્વી ચંદ્રને પોતાનીજ પાસે આકર્ષણથી રાખે છે, તેમજ સૂર્ય પોતાના આકર્ષણને લીધે પૃથ્વીને પોતાની પાસે રાખે છે. પૃથ્વી પર આપણે સર્વે રમીએ છીએ તે સૂર્યનીજ મદદથી અને સૂર્યજ આપણો પ્રાણ છે એમ કહીશું તો ખોટું નથી. સૂર્ય કેટલો ઉપયોગી છે તે તો આગળજ ઉપોદ્‌ઘાતમાં દર્શાવેલું છે એટલે હવે તે ફરીથી કહેવાની કંઈ જરૂર નથી.

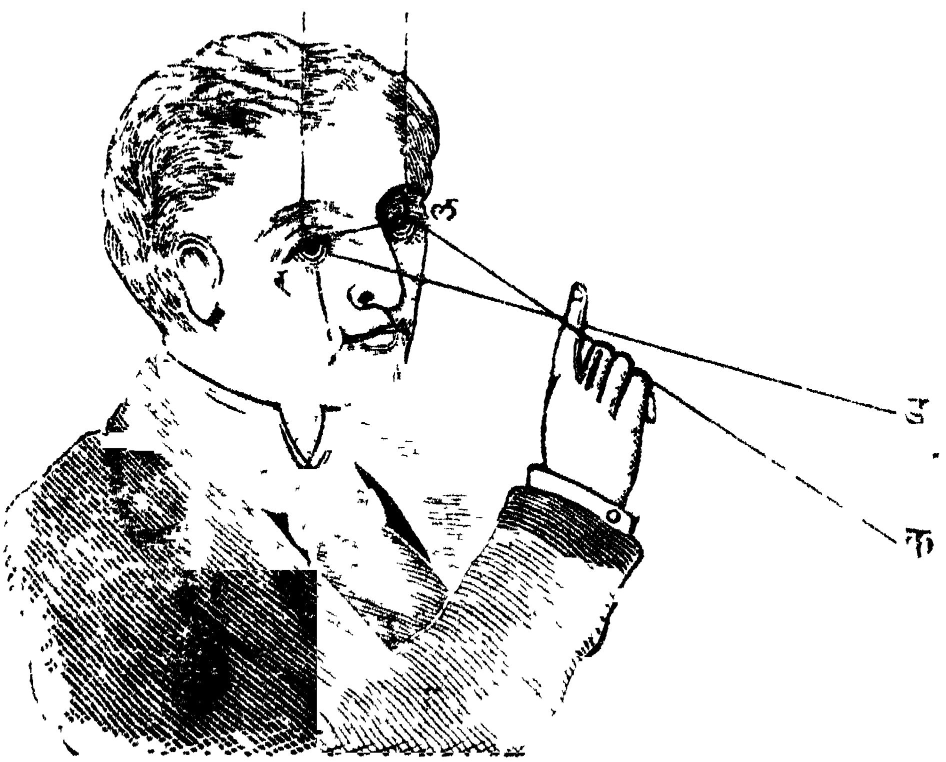
सूर्यनुं पृथ्वीथी अंतर.

સૂર્ય આપણાથી ઘણેજ છેટે આવેલો છે. એ અંતર શોધી કહાડવું એ ઘણુંજ મુશ્કેલ કામ છે. પૃથ્વી ઉપર તો સાધારણ અટકળથી, મહોલાઓથી, શહેરોથી, મુસાફરી વગેરેથી અંતર શોધી કાઢીએ છીએ; પણ આ અંતર શોધી કાઢવાને આવું કોઈ પણ સાધન નથી. એવું માલમ પડયુ છે કે એનું સરાસરી અંતર આશરે ૯,૩૦,૦૦,૦૦૦ માઈલ છે, અને પૃથ્વીનો માર્ગ લંબગોળ છે તેથી કોઈ વખત એ અંતર આપેલા આંકડાથી વધારે હોય છે અને કોઈ વખત એ અંતર ઓછું પણ હોય છે. એટલો મોટો આંકડો ૧, ૨, ૩ ગણતાં ગણાય પણ નહીં. જોઇએ કે ઘડિઆળમાં એટલા કરોડ ટીકટીક કેટલા વખતમાં થશે. દર મિનિટે ઘડિઆળ ૬૦ ટીકટીક કરે છે. જેથી દર કલાકે તે ૩૬૦૦ ટીકટીક કરે છે અને એક આખા દિવસમાં ૮૬,૪૦૦ ટીકટીક કરે છે, હવે જો ૯,૩૦,૦૦,૦૦૦ ને ૮૬,૪૦૦ વડે ભાગીએ તો લગભગ ૧૦૭૬ દિવસ થાય છે એટલે ઘડિઆળ જે અટક્યા વગર ટીકટીકજ કર્યા કરે છે તેને ટીકટીક કરી રહેતાં લગભગ ત્રણ વર્ષ લાગશે. બીજી રીતે તેનો વિચાર કરીએ. જો દર કલાકે આગગાડી ૪૦ માઈલ ચાલે તો એટલો અંતર કાપતાં આપણને કેટલો વખત લાગશે ? એક દિવસમાં અટક્યા વગર એવી આગગાડી ૯૬૦ માઈલ ચાલી શકે. એટલે મુંબઈ અને સુરત વચ્ચે જેટલું અંતર છે તેથી છગણો

ચાલી શકે. એક વર્ષમાં તે આગગાડી ૩,૫૦,૪૦૦ માઇલ ચાલી શકે. આ પ્રમાણે લગભગ ૩૦૦ વર્ષ લાગે !!! જહાંગીરના વખતમાં આગગાડીએ મુસાફરી શરૂ કરી હોત તો આજે પુરી થાત !!! એટલા વર્ષમાં કેટલી પેઢી તે ડ્રાઇવરની, ગાર્ડની, કોલસા પુરનારની અને અંદર બેઠેલા આદમીની થાય !!!

એ અંતર શોધી કાઢવામાં ગણિતશાસ્ત્રની ઘણીજ જરૂર છે અને તે છતાં પણ મોટા મોટા વિદ્વાનોએ એ સંબંધમાં ભૂલ કરેલી છે તો આપણા જેવાનું તો શુંજ ગજું? પણ તેનો કંઇક ખ્યાલ આવે માટે નીચે સમજની આપવામાં આવે છે.

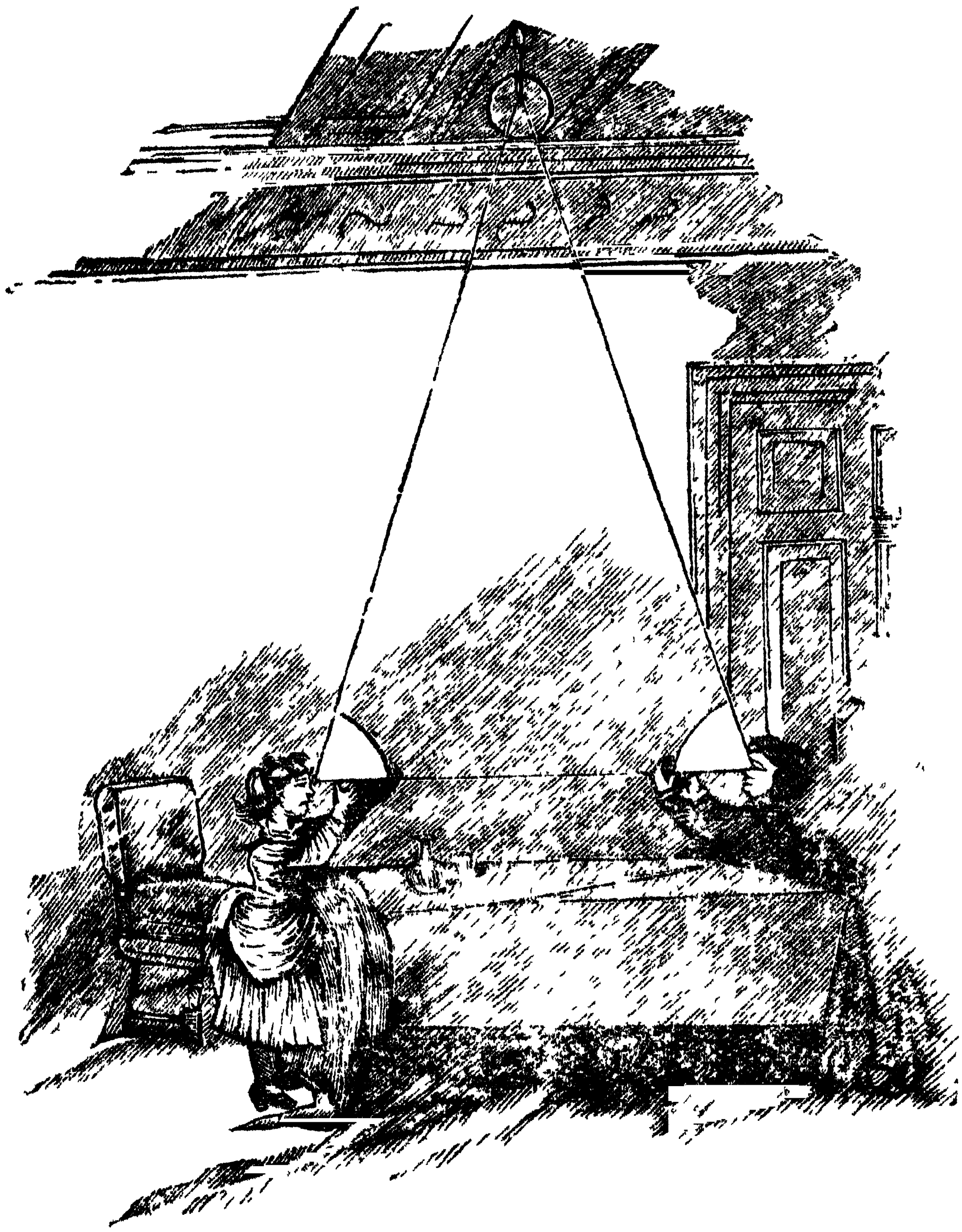
ઇશ્વિરે આપણને બે આંખ શું કામ આપી છે? ખચીત એક કારણ તો એ છે કે તેથી અંતર માપી શકીએ. ૨૮ મી આકૃતિમાં એક છોકરો પોતાની આંગળીનો અંતર પોતાની આંખોના તેની સાથેના ખુણાથી માપી કાઢે છે. તેવીજ રીતે કોઈ પણ આકાશી પદાર્થને બે જુદા જુદા સ્થાન પરથી નિરીક્ષા કરી તેનું અંતર શોધી કાઢવામાં આવે છે.



આકૃતિ ૨૮ મી.

એક આંખ કરતાં બે આંખ વધારે ઉપયોગી છે.

ધારો કે છત પર એક દડો ટાંગેલો છે અને આપણને તેનું અંતર શોધી કહાડવાનું છે. આપણે ફૂટપટીથી પણ તેની ઉંચાઈ શોધી કાઢીએ,

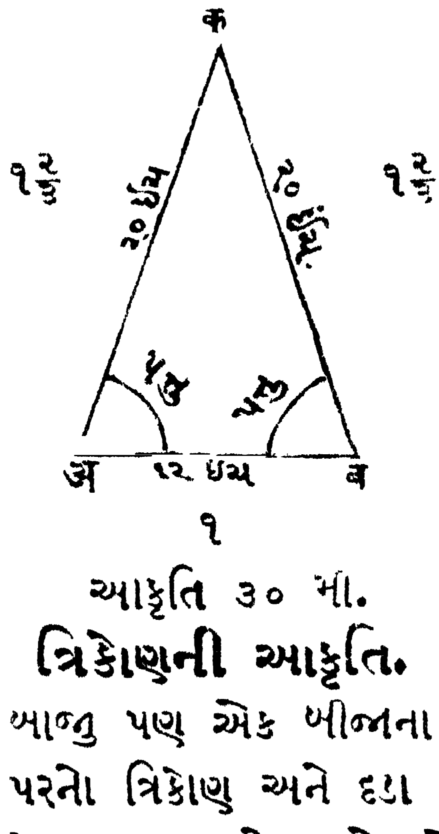


આકૃતિ ૨૯ મી.

દડાની ઉંચાઈ માપવાની રીત.

પણ તે સિવાય એક બીજી રીત છે જેમાં ફૂટપટી કે કશાનો ઉપયોગ થતો જ નથી. તે દડાની નીચે એક ટેબલ મૂકી તે ટેબલને છેડે એકેક બાળક

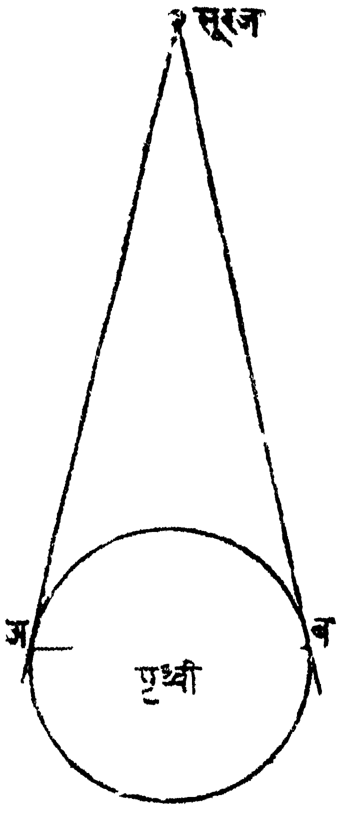
ઉભું રાખીએ (આકૃતિ ૨૯). બંનેના હાથમાં એક કાર્ડબોર્ડનો કકડો અને કાતર આપો. બંનેએ એવી રીતે કાર્ડો કાપવાં કે જેથી તેની એક ધાર તે દડા તરફ જાય અને બીજી ધાર સામાની આંખ તરફ રહે. ઉપરની આકૃતિમાં બંને છોકરાં તે પ્રમાણે કાર્ડબોર્ડના કકડા રાખી ઉભાં રહેલાં છે. જો કાર્ડ-બોર્ડનો ખુણો જરા પણ મોટો હશે તો તે ધાર ક્યાં તો દડાની ઉપર જશે અથવા તો સામા છોકરાની આંખની નીચે જશે. ખરી ખુબી એ ખુણા કાપવામાં છે, ને જો તે ખુણા બરાબર નહિ હોય તો જવાબ ખરો આવી શકશે નહિ. પછી ટેબલની લંબાઈ ફૂટપટીથી માપવી. ધારો કે તે લંબાઈ ૧૨ ફૂટ છે. મેજની ૧૨ ફૂટની લંબાઈબદલે એક ઈંચની લીટી દોરી તેના પર કાર્ડ બોર્ડના જેવા સરખા ખુણા દોરી એક ત્રિકોણ દોરો. જે પ્રમાણ આ ત્રિકોણનું છે તેજ પ્રમાણ છોકરાઓ અને દડાથી બનેલા ત્રિકોણનું છે. જો **अ** થી **क** સુધીની લંબાઈ ૧ ૨/૩ ઈંચ છે તો **ब** થી **क** સુધીની પણ લંબાઈ તેટલીજ છે કારણ કે પહેલાંથીજ ત્રિકોણની આકૃતિ સમદ્વિ બાજુ ત્રિકોણ થાય એવી રાખેલી છે. ભૂમિતિના સિદ્ધાંત પ્રમાણે જો બે ત્રિકોણો સપ્રમાણ હોય તો તે બેની બાજુ પણ એક બીજાના પ્રમાણમાં હોવી જોઈએ. આ ગણત્રીમાં કાગળ પરનો ત્રિકોણ અને દડા અને બે છોકરાવાળો ત્રિકોણ સપ્રમાણ છે કારણ કે **अ** આગળનો ખુણો એક કાર્ડબોર્ડના ખુણા જેટલો છે, **ब** આગળનો ખુણો બીજા કાર્ડબોર્ડ જેટલા ખુણાનો છે ને ત્રીજો ખુણો ત્રીજા ખુણા જેટલોજ હોવો જોઈએ. હવે આપણે જાણીએ છીએ કે **अ ब** ની લંબાઈ ૧ ઈંચ થાય તો **अ क** ની લંબાઈ ૧ ૨/૩ ઈંચ થાય છે. પણ ૧ ઈંચ બાર ફૂટને બદલે છે તો ૧ ૨/૩ ઈંચ ૨૦ ફૂટને બદલે થશે. એટલે દડો છોકરાથી ૨૦ ફૂટને અંતરે છે.



આકૃતિ ૩૦ મી.

ત્રિકોણની આકૃતિ.

આ ઉપરથી માલમ પડશે કે દડા પાસે ગયા વગર અથવા સાંકળ લીધા વગર માત્ર ખુણા કાપી માપ્યાથી ચીજોના અંતર માલમ પડી શકે છે. ખગોળ શાસ્ત્રીઓ તેનીજ રીતે આકાશી પદાર્થોના અંતર શોધી કહાડે છે. જેમ દાખલામાં દડો લટકાવેલો છે તેમ આકાશમાં ચંદ્ર, સૂર્ય ટાંગેલા દડા સમજવા અને ટેબલને છેડેથી જેમ દડાનું અંતર માપ્યું તેમ આમાં પૃથ્વીના વ્યાસના બે છેડેથી આકાશી પદાર્થોના અંતર માપી શકાય.



આકૃતિ ૩૧ મી.

જેમ પદાર્થનો અંતર મોટો તેમ પાયાની લીટીનો અંતર મોટો હોવો જોઈએ. સૂર્ય ઘણોજ દૂર છે માટે જેટલી બને તેટલી મોટી પાયાની લીટી હોવી જોઈએ અને પૃથ્વી પર મોટામાં મોટી લીટી પૃથ્વીના વ્યાસની છે તો તેને આપણે સૂર્યનું અંતર શોધી કાઢવામાં પાયાની લીટી બનાવીશું.

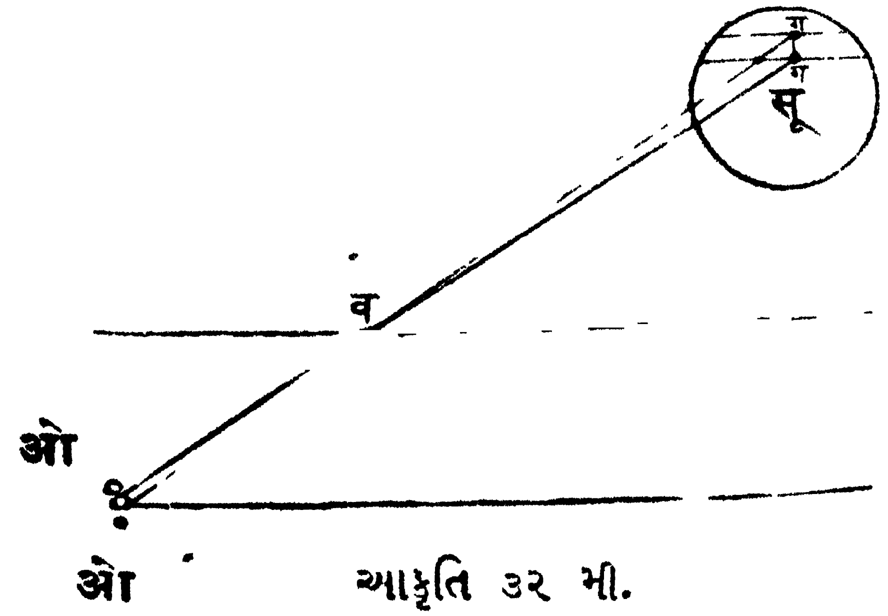
એક ખગોળ શાસ્ત્રી अ છેડે અને બીજો ખગોળ શાસ્ત્રી ब છેડે ઉભો રહી સૂર્ય તરફના ખુણા માપે છે. આમાં આપણા ઉપલા અખતરાની માફક એક ખગોળ શાસ્ત્રી બીજા ખગોળ શાસ્ત્રીને જોઈ શકતો નથી, પણ બંને બને તેટલી ચોકસાઈથી ખુણા માપે છે. આવી ગણત્રી કરી તેઓ સૂર્યનું અંતર શોધી કાઢે છે (આકૃતિ ૩૧).

સૂર્યનું અંતર શોધી કાઢવાની સૈાથી ઉત્તમ રીત એડમંડ હેલી (હેલીના ધૂમકેતુનો શોધક) નામના ખગોળવેત્તાએ શોધી કાઢી છે. શુક્રના સંક્રમણ વખતે એટલે સૂર્યના બિંબ ઉપર થઈને જ્યારે શુક્ર જાય છે અને શુક્રનો પડછાયો કાળા ડાઘ જેવો દેખાય છે તે વખતે નિરીક્ષા કરવાથી એ અંતર માલમ પડે છે.

જ્યારે શુક્રનું સંક્રમણ થાય છે ત્યારે જુદે જુદે સ્થળે ઉભેલા બે નિરીક્ષકો તેનો ડાઘો એકજ સમયે સૂર્યના પૃષ્ટ ઉપર જુદે જુદે બિંદુએ દેખે, શુક્ર એટલો

પૃથ્વીની સમીપ તે વખતે હોય છે (આકૃતિ ૩૨ મી). એક નિરીક્ષક શુક્રને **ग** (ઉપરનો) માર્ગે જતો જુએ છે અને બીજો નિરીક્ષક તેને **ग** (નીચેનો) માર્ગે જતો જુએ છે. આકૃતિ ૩૨ માં **ग व ग** એ સ્થળાંતર છે અને **ओवओ** એની સામેનો ખુણો છે. જ્યાં આપણને **ग व ग** ખુણો જડયો એટલે **ओवओं** ખુણો પણ જડે છે અને **ओ ओ** ની લંબાઈ જાણવામાં આવેલી હોય છે એટલે **ओव** લીટીનું સહેલથી માપ નીકળે છે. જ્યાં શુક્રનું અંતર જડયું કે તે ઉપરથી કેપ્લરના ત્રીજા નિયમ પ્રમાણે સૂર્યનું અંતર સહેલાઈથી જડે છે.

બંને સ્થળે સ્પર્શ કે પ્રવેશનો, મોક્ષ કે નિર્ગમનનો અને સંક્રમણનો



આકૃતિ ૩૨ મી.

કાળ નોંધી રાખવામાં આવે છે. બંને સ્થળના વખતની બાદબાકી પરથી ગ્રહનું દેખાઈતું સ્થળાંતર કેટલું થયું તે નક્કી થાય છે. આ વિષય ઘણો ગહન છે અને આવા લોકોપયોગી ગ્રંથમાં તે કંટાળો ઉપજાવે એવો નીવડે માટે તેનું હવે વધારે વિવેચન કરવું ઘણું દુરસ્ત લાગતું નથી.

ઈ. સ. ૧૭૬૧ અને ૧૭૬૯ એ બે વર્ષમાં હેલીની રીત પ્રમાણે સૂર્યનો અંતર શોધી કાઢવાનો પ્રયાસ કરવામાં આવ્યો હતો. ઈ. સ. ૧૭૬૧ ના પ્રયાસમાં ખગોળ શાસ્ત્રીઓ જોઈએ તેવા ફતેહમંદ નીવડયા નહોતા. એ વખત સરકારી ખરચે દક્ષિણ મહાસાગરમાં કેપટન કુક નિરીક્ષા કરવા ગયા હતા અને તેજ વખતે કેપટન કુકે હોલાંડ જેને હાલ આસ્ટ્રેલીઆ કહે છે, તેનો કાંઠો શોધી કાઢયો. યુરોપખંડના બીજા દેશોમાંથી પણ જુદી

જુદી જગ્યાએ તે વખતે માણસો ગયા હતા અને તે બધાની શોધને પરીણામે સૂર્યનો અંતર ૯,૫૦,૦૦,૦૦૦ માઇલ મુકરર કરવામાં આવ્યો હતો. ખગોળનું કામ એટલું બધું મુશ્કેલ છે કે એક આદમીથી પાંચ દશ વર્ષમાં કંઈ પણ કામ થતું નથી. શુક્રના સંક્રમણની ૧૭૬૯ માં નિરીક્ષા કરવામાં આવી પણ ત્યાર પછી લગભગ ૫૫ વર્ષે એટલે ઈ. સ. ૧૮૨૪ માં એંકીએ જે ગણત્રી કરી તે પરથી અંતર નકી કરવામાં આવ્યું. તેણે સૂર્યનો સ્થાન ભેદ ખુણો ૮·"૫૭૭૬ છે એમ જાહેર કર્યું. પણ એને પોતાનેજ મનમાં શક હતો અને ગણતાં ગણતાં ઈ. સ. ૧૮૩૪ માં નીચે પ્રમાણે ગણત્રી જાહેર કરી.

૧૭૬૧ ના સંક્રમણ પરથી સ્થાન ભેદ ખુણો....	૮·"૫૩
૧૭૬૯	૮·"૫૯
એ ઉપરથી સામાન્ય..........................	૮·"૫૭
હાલ માન્ય થઈ પડેલો.......................	૮·"૮

ઈ. સ. ૧૮૭૪ ને ૧૮૮૨ માં શુક્રનાં સંક્રમણ થયાં હતાં અને તે ઉપરથી હાલ સૂર્યનો સરાસરી અંતર ૯,૩૦,૦૦,૦૦૦ માઇલનો ધારવામાં આવે છે. ખગોળ વિદ્યામાં સૂર્યનું અંતર ઘણુંજ ઉપયોગી છે કારણ કે તે ઉપરથીજ બધી ગણત્રી કરવામાં આવે છે. જો એકડોજ ખોટો હોય, જો પહેલુંજ પગથીઉં ખોટું હોય તો તે ઉપરથી જે બધી ગણત્રી કરવામાં આવે તે પણ બધી ખોટીજ નીવડે.

અજવાળાના વેગ ઉપરથી સૂર્યનો અંતરઃ—પ્રકાશ સૂર્ય તરફથી આવે છે અને જો પ્રકાશનો વેગ આપણને માલમ પડે તો તે ઉપરથી સૂર્યનો અંતર સહેલાઇથી નીકળી શકે. ઈ. સ. ૧૮૬૨ માં ફોકોલ્ટે પ્રયોગ કરી સિદ્ધ કર્યું કે પ્રકાશનો વેગ દર સેકંડે ૧,૮૫,૨૦૦૦ માઇલ અથવા ૨,૯૮,૦૦૦ કિલોમીટર છે. ઈ. સ. ૧૮૭૪ માં કોર્નુએ ૩,૦૦,૪૦૦ કિલોમીટર અને ઈ. સ. ૧૮૭૯ માં મીકલસને ૨,૯૯,૯૪૦ કિલોમીટર અજવાળાનો વેગ છે એમ સિદ્ધ કર્યું હતું. ઈ. સ. ૧૮૮૦ માં ટોડે એ બધા આંકડાઓ પરથી પ્રકાશનો વેગ ૨,૯૯,૯૨૦ કિલોમીટર અથવા ૧,૮૬,૩૬૦ માઇલ દર સેકંડે છે એમ જાહેર કર્યું. પ્રકાશ સૂત્ર વિક્ષેપ પરથી આપણે જાણીએ છીએ કે સૂર્ય તરફથી પૃથ્વી પર પ્રકાશ આવતાં ૪૯૮ સેકંડ થાય છે. આપણે જો ૪૯૮

ને ૧,૮૬,૩૬૦ માઈલે ગુણીએ તો ૯,૨૮,૦૭,૨૮૦ માઇલ આવે છે અને એ ઉપરથી એણે સૂર્યનો સ્થાન ભેદ ખુણો ૮"·૮૧૧૧ ઠરાવ્યો હતો.

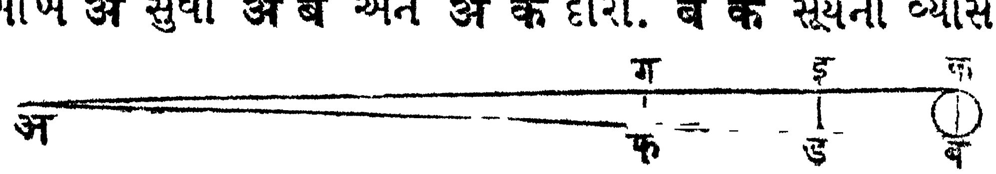
મંગળ અને બૃહસ્પતિ વચ્ચે જે લઘુગ્રહો છે તે લઘુગ્રહો પરથી પણ સૂર્યનો અંતર નક્કી કરવામાં આવે છે.

રોમર નામના ડેન્માર્કના ખગોળવેત્તાએ બૃહસ્પતિના ઉપગ્રહોનાં ગ્રહણની નિરીક્ષા કરી ઈ. સ. ૧૮૭૫ માં એવું બતાવ્યું કે સૂર્યના પરાવર્તન પામેલા તેજને પૃથ્વીની કક્ષાના વ્યાસને એક છેડેથી બીજે છેડે જતાં આશરે ૧૬½ મીનીટ લાગે છે માટે પૃથ્વી અને સૂર્યની વચ્ચે ૯,૨૦,૭૦,૦૦૦ માઇલનું અંતર થાય છે. પરંતુ પૃથ્વીની કક્ષા લંબગોળ છે તેથી કરીને તેણે સૂર્યનું અંતર ૯,૧૪,૦૦,૦૦૦ માઇલ આપ્યું હતું.

सूर्यनुं कद.

સૂર્યનું અંતર કેટલું છે તે આપણે આગળ બતાવી ગયા. હવે તેનુ કદ કેવડું છે તે આપણને જાણવાની જરૂર છે. સૂર્યનો વ્યાસ ૮,૬૬,૫૦૦ માઇલ છે એટલે આપણી પૃથ્વીના વ્યાસ કરતાં ૧૦૯·૫ ગણો છે. જો પૃથ્વીનું કદ વધીને સૂર્યના જેટલું થાય અને મનુષ્ય પણ તેજ પ્રમાણમાં વધે તો ખરેખર મનુષ્યની ઉચાઈ ૬૨૫ ફૂટ થશે અને પહોળાઈ અને જાડાઈમાં પણ તેટલોજ વધશે એટલે હાલ જેટલો છે તેના કરતાં ૧૦૯·૫ ×૧૦૯·૫×૧૦૯·૫ ગણો થશે!!!

કોઈ પણ આકાશી પદાર્થનો વ્યાસ શોધી કહાડવાની એક સહેલી રીત છે. અલબત એથી જો કે બરાબર ખરો તો વ્યાસ નીકળી શકતો નથી પણ આપણું કામ ચાલે એવો જવાબ નીકળે છે. જો કોઈપણ પદાર્થનું અંતર અને તેનો દેખીતો વ્યાસ માલમ પડે તો તે ઉપરથી નીચલી રીતે તેનો ખરો વ્યાસ નીકળે છે. સૂર્યના વ્યાસને બે છેડેથી બે કાલ્પનિક લીટી આંખ **अ** સુધી **अ ब** અને **अ क** દોરો. **ब क** સૂર્યનો વ્યાસ છે. એ

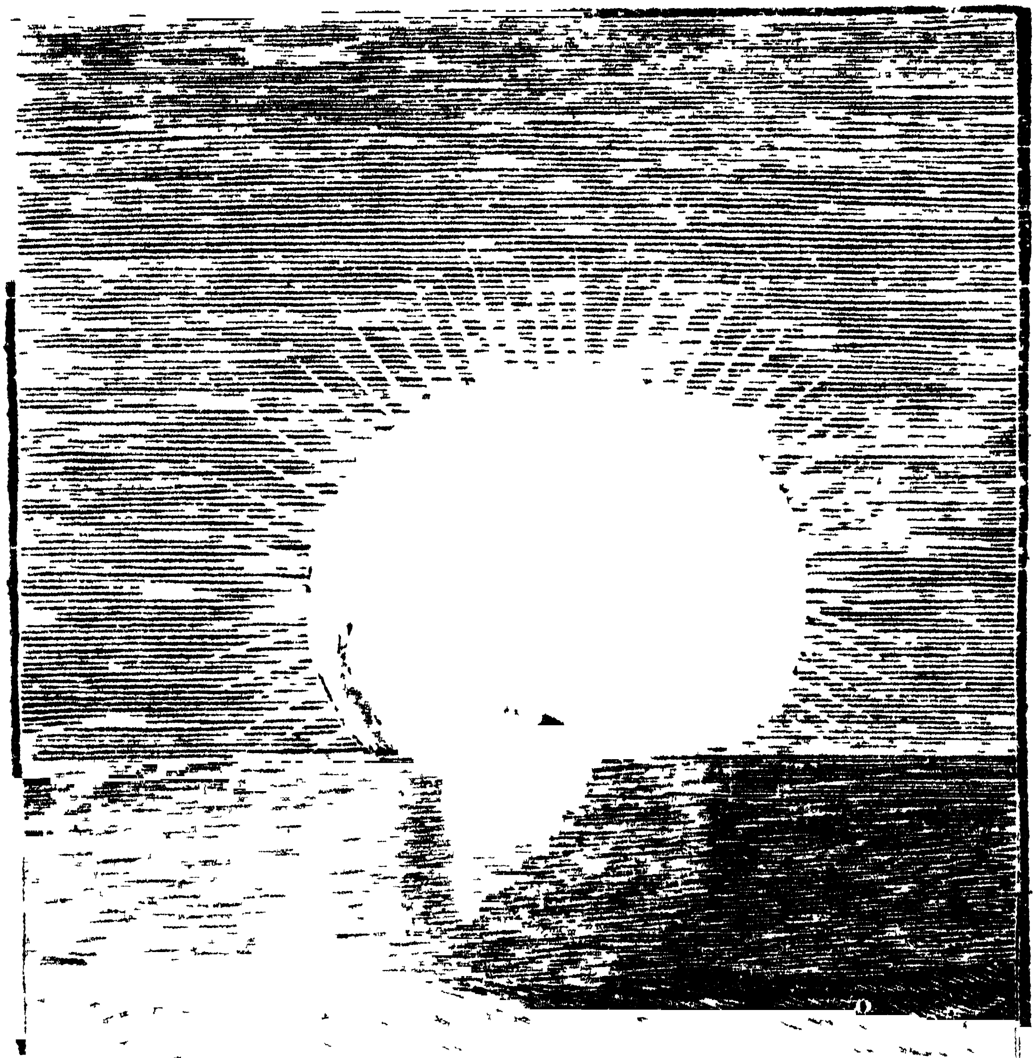


આકૃતિ ૩૩ મી.

સૂર્યનો વ્યાસ માપવાની રીત.

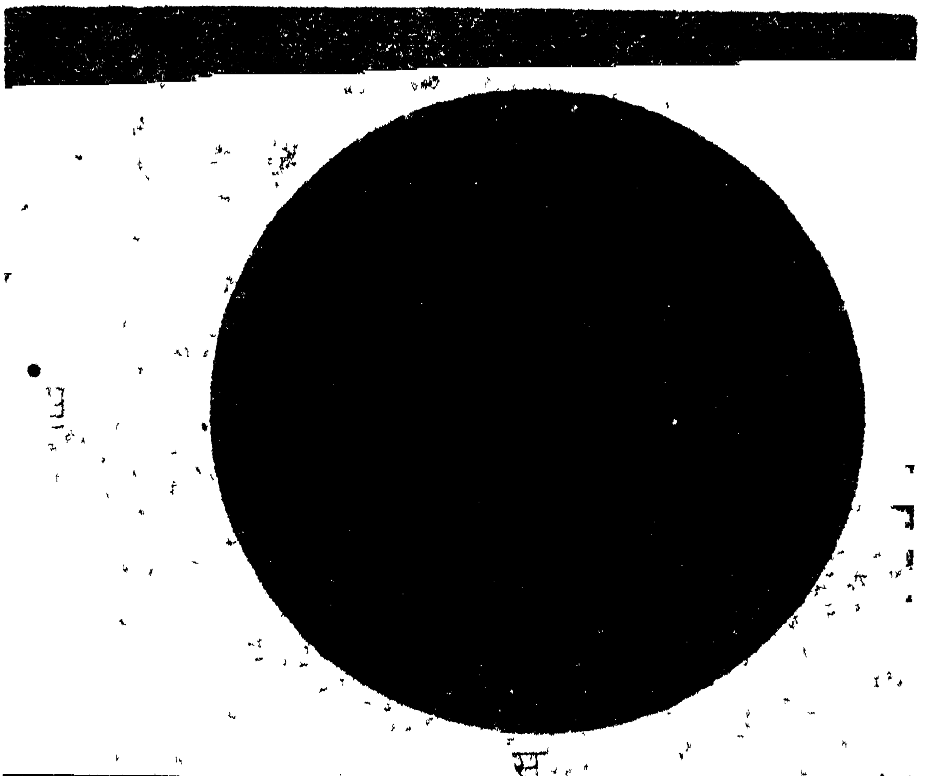
એ લીટી વચ્ચે એવી રીતે ખુણો થાય છે કે એક લીટી પરથી બીજ લીટી પર **ड इ** અને **फ ग** જેવી લીટી દોરીએ કે તે **अ** થી અંતરનો ૧૦૭ મો ભાગ તે લીટીઓ થાય છે. સૂર્યનો અંતર ૯,૩૦,૦૦,૦૦૦ માઇલ ધારીએ અને તેને ૧૦૭ વડે ભાગીએ તો આશરે ૮,૬૦,૦૦૦ માઇલ જવાબ આવે છે. સૂર્યનો વ્યાસ આટલો બધો મોટો છે.

સૂર્યનો જ્યારે અસ્ત અથવા ઉદય થાય છે તે વખતે એ કેટલો મોટો છે તે જાણવાની આપણને તક મળે છે કેમકે તે વખતે તે ઝાડોની અ થવા પર્વતની પાછળ આવે છે. નીચલી આકૃતિ ૩૪ માં માર્સેલ્સ આગળ સૂર્યના અસ્ત વખતનું ચિત્ર આપેલું છે.



આકૃતિ ૩૪ મી.

પર્વત કરતાં સૂર્ય મોટો છે તે તમારે નજરે નજર જોવું હોય તો ડેમડીલા ગાર્ડી નામના શિખર પર જવું. એ શિખર ફ્રાંસમાં છે. તે જોવાનો ખરો વખત ૧૦ મી ફેબ્રુઆરી અથવા ૩૧ મી ઓકટોબર છે કારણ કે તેજ દિવસે સૂર્ય આપણને નિરીક્ષા કરવી છે તેવે સ્થાને અસ્ત પામે છે. તે એ દિવસે પીરીનીસ પર્વતના કેરીગાઉ શિખરની બરાબર પછવાડે સૂર્ય અસ્ત પામે છે. આ પર્વત માર્સેલ્સથી ૧૫૮ માઇલને છેટે આવેલો છે, પણ એ પહાડ એટલો તો ઉચો છે કે જ્યારે હવા વાદળાં રહિત હોય છે ત્યારે સૂર્ય પર ઉપરના ચિત્રમાં બતાવ્યા પ્રમાણે પહાડ દેખાય છે. સૂર્ય પહાડથી તો ઘણોક દુર છે તે છતાં તે પહાડની બંને બાજુએ અને ઉપર સૂર્ય દેખાય છે. આ ચિત્ર બતાવી આપે છે કે જે સૂર્ય આપણને નાનો લાગે છે તે ઘણોજ મોટો છે.



આકૃતિ ૩૫ મી.

પૃથ્વી અને સૂર્યનાં એક બીજાના પ્રમાણમાં કદ.

આપણી પૃથ્વી જોડે સૂર્યને સરખાવતાં માલમ પડે છે કે દશ લાખ પૃથ્વી ભેગી કરીએ તો તે સૂર્યના જેવડી થાય છે. ઉપલી આકૃતિ ૩૫માં

મોટું વર્તુલ સૂર્ય છે અને નાનું વર્તુલ પૃથ્વી છે અને બંને વર્તુલ એકબીજાના પ્રમાણમાં કદ બતાવે છે. પણ એ પ્રમાણમાં સૂર્યનાં રજકણ સમૂહ નથી. આપણી પૃથ્વી જેવી ૩ લાખ પૃથ્વીના રજકણ સમૂહ ભેગા કરીએ તો તે બધાનું વજન સૂર્યના વજન જેટલું થશે.

સૂર્યનું પૃષ્ટ.

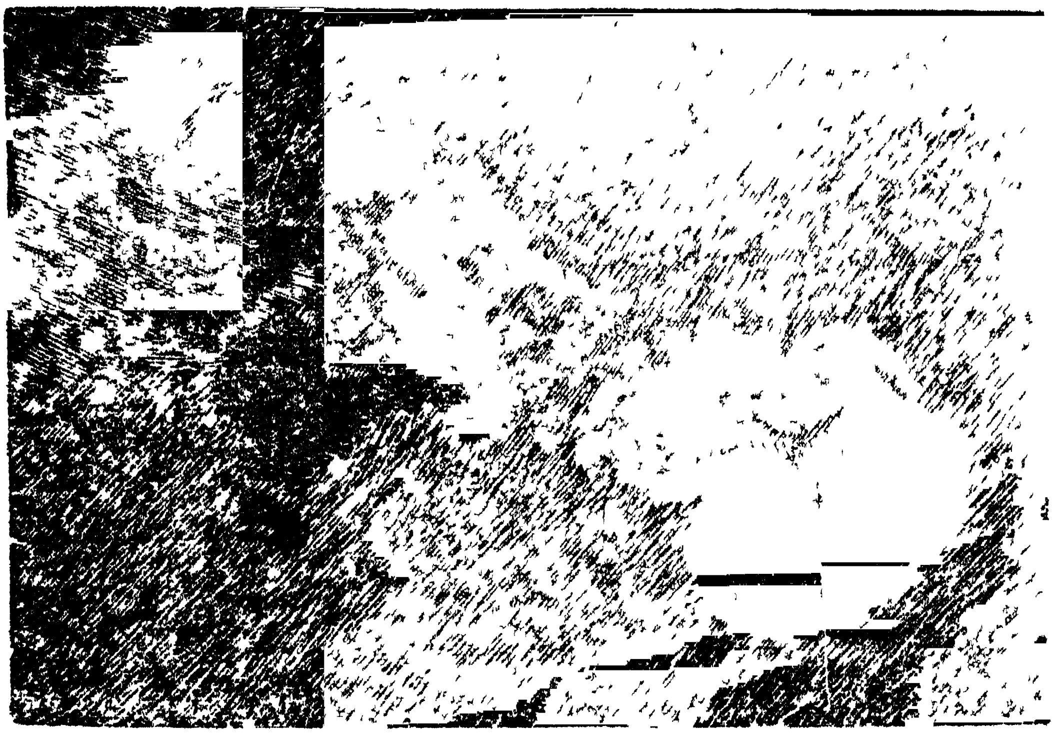
સૂર્યનું પૃષ્ટ જોવા સારૂ દુરબીનમાં કાળો કાચ રાખવાની જરૂર છે. એવો કાચ આંખ આગળ ધર્યા વગર આપણે દુરબીનમાંથી સૂર્ય તરફ જોઈશું તો આંખને નુકસાન થશે. વળી આંખ આગળ કાળો કાચ રાખ્યા છતાં પણ લાંબો વખત સૂર્ય તરફ જોવું નહીં, કારણ કે કાચ ફૂટી જવાની ધાસ્તી રહે છે અને તેથી આંખને નુકશાન થાય છે.

સૂર્યનો જે તેજસ્વી ભાગ આપણે જોઈએ છીએ તે **તેજાવરણ** નામે ઓળખાય છે. નરી આંખે તે પૃષ્ટ ચપટું દેખાય છે પણ દુરબીનમાંથી જોતાં તેવું દેખાતું નથી. છેડા કરતાં મધ્યભાગમાં એ વધારે પ્રકાશિત લાગે છે. વળી એની અંદર કેટલાક કાળા ડાઘા પણ નજરે પડે છે. એ ડાઘા છેકજ કાળા છે એમ સમજવાનું નથી. પણ સૂર્યના પ્રકાશિત ભાગ જોડે સરખાવતાં ઓછા તેજવાળા દેખાય છે અને તેને લીધે કાળા ડાઘા નામ તેને આપવામાં આવેલું છે. દુરબીનવતી જો સૂર્યનું પ્રતિબિંબ કોઈ કાળા કાગળ પર પાડી જોઈશું તો તે કાળા ડાઘા આપણી નજરે પડે છે. વળી એ ઉપરાંત કેટલાક નાના નાના દાણા જેવાં પ્રકાશિત બિંદુઓ પણ નજરે પડે છે. જેવી રીતે પાણીમાં ભાતના દાણા તરતા હોય તેવા આ પ્રકાશિત બિંદુઓ સૂર્ય ઉપર દેખાય છે. આ ઉપરાંત એ તેજાવરણની અંદર કેટલાક વધારે પ્રકાશિત ભાગો નજરે પડે છે અને હમેશાં તે ડાઘાની નજદીક જોવામાં આવે છે. વળી સૂર્ય પર એવાં મોટાં તોફાન થાય છે કે તેનો કેટલોક ભાગ મોજાં માફક ઉંચો થઈ આવે છે અને ઓછા તેજવાળી સૂર્યની હવાની અંદર સૂર્યના તેજાવરણ કરતાં તે વધારે પ્રકાશિત લાગે છે. એ ઉપસેલો ભાગ કેટલીક વખત ૨૦,૦૦૦ માઇલ લાંબો અને ૨૦૦ માઇલ કરતાં વધારે ઉંચો હોય છે.

સૂર્ય ઉપ ના ડાઘાઓ.

ઈ. સ. ૧૬૧૧ ની અંદર ફ્રેબ્રીશીઅસ નામના આદમીએ સૂર્ય ઉપરના ડાઘાઓની શોધ કરી લોકોની જાણમાં તેને આણ્યા હતા. અગર જો કે આ શોધ બહુ કીમતી નથી અથવા બહુ મહેનતે થઈ છે એમ નથી પણ જ્યાં દરેકને તેની શોધ માટે માન મળે છે ત્યારે આ માણસનું નામ આના સંબંધમાં આગળ આવવુંજ જોઈએ. આ ડાઘાઓનો મધ્યભાગ હમેશાં ઘેરો કાળો હોય છે અને છેડા પરનો ભાગ આછો ઘેરો હોય છે. એ ડાઘાઓ પોલાણ છે અને તેને લીધે પ્રકાશિત દીસતા નથી. આછા ઘેરા ભાગમાં દોરા જેવી પ્રકાશિત લીટીઓ કેટલીક વખત દેખાય છે.

આ ડાઘાઓ પહાડો અથવા સરોવરની માફક એકજ કદના રહેતા નથી પણ તેમનું કદ બદલાયાજ કરે છે. કોઈ વખત એકજ ડાઘો મોટો અને મોટો થતો જાય છે અને કોઈ વખત તે નાનો ને નાનો થતો જાય છે. કેટલીક વખત તેમાં ફેરફાર એટલી તો ઝડપથી થાય છે કે તેનું ચિત્ર પાડવું તે પણ મુશ્કેલ થઈ પડે છે. ડાઘો સાધારણ રીતે ત્રણથી ચાર અઠવાડીઆ સુધી રહે છે. કોઈક અમુક વર્ષે તે દોઢ વર્ષ પણ રહે છે.



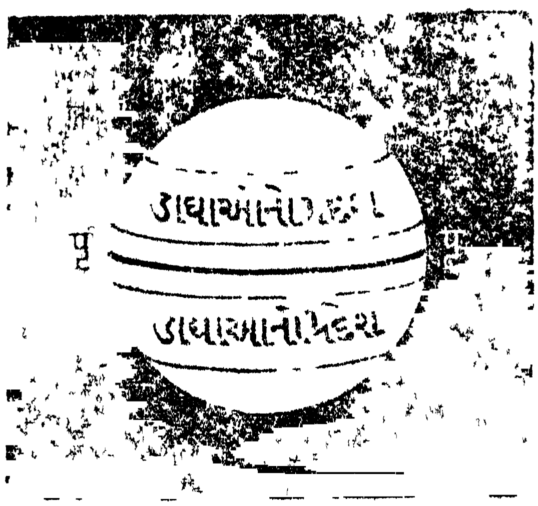
આકૃતિ ૩૬ મી.

સૂર્યનો ડાઘો.

નાના ડાઘાઓના ઘેરા કાળા ભાગનો વ્યાસ ૫૦૦ માઇલ હોય છે. એક મોટા ડાઘાના ઘેરા કાળા ભાગનો વ્યાસ ૫૦,૦૦૦ માઇલ માપવામાં આવ્યો હતો. મોટામાં મોટો ડાઘાઓનો સમૂહ ઈ. સ. ૧૮૯૨ માં ફેબ્રુઆરી ૫ થી ૧૭મી સુધી જોવામાં આવ્યો હતો. તે ૧,૫૦,૦૦૦ માઇલ લાંબો અને ૭૫,૦૦૦ માઇલ પહોળો હતો.

એ ડાઘાઓ હંમેશ એક જગ્યા પર નજરે પડતા નથી. આજે જે જગ્યાએ ડાઘો જોઈએ તેની પશ્ચિમમાં બીજે દિવસે જણાય છે. એ ડાઘાની ગતિ પરથી એવું સિદ્ધ કરવામાં આવે છે કે સૂર્ય પોતાની ધરી પર આશરે ૨૫ દિવસમાં ફરી રહે છે. એક ડાઘો જે પૂર્વ કોર પર માલમ પડે તે ફરતો ફરતો ૧૨ દિવસ પછી પશ્ચિમ કોરે આવે છે અને બીજા ૧૨ દિવસ પછી પાછો જો તે હયાત હોય તો પૂર્વ કોરે દેખાય છે. ડાઘાઓની બહુ બારીક નિરીક્ષા કરતાં માલમ પડયું છે કે સૂર્યનો જુદો જુદો ભાગ જુદા જુદા વખતમાં ધરી પર ફરી રહે છે. વિષુવવૃત્ત પરના ડાઘાઓ ૨૫ દિવસમાં ફરી રહે છે પણ તેની ઉત્તરે ૪૫° અક્ષાંશ પર આવેલા ડાઘાઓ ૨૭ દિવસ લે છે.

ડાઘાઓ બરાબર વિષુવવૃત્ત પર નથી પણ તેથી થોડે ઉંચે આવેલા છે. તેમજ ૪૫° અક્ષાંશથી ઉત્તરમાં ડાઘાઓ નજરે પડતા નથી.



આકૃતિ ૩૭ મી.

ડાઘાઓનો પ્રદેશ.

આ ડાઘાઓ અમુક વર્ષમાં વધારે અને અમુક વર્ષમાં ઓછા દેખાય છે. ઈ. સ. ૧૮૨૬ માં જર્મનીના ડેસુ નામના ગામમાં શાબે નામના મેજીસ્ટ્રેટે ફક્ત પોતાના શોખ ખાતર દરરોજ સૂર્ય પરના ડાઘાઓ ગણવાનું શરૂ કર્યું. ૨૫ વર્ષ સુધી મહેનત કરતાં તેને માલમ પડયું કે એ ડાઘાઓ અમુક વર્ષમાં વધારે હતા અને અમુક વર્ષમાં ઓછા હતા. એ ડાઘાઓની મુદત ૧૧·૧ વર્ષ છે. ઈ. સ. ૧૮૯૩ માં ઘણાજ ડાઘા હતા અને પછી ઓછા ઓછા થતા ઈ. સ.

૧૯૦૦ માં ઘણાજ ઓછા થઈ ગયા હતા અને પાછા વધતા વધતા ઇ. સ. ૧૯૦૪ માં ઘણાજ હતા. કોઈ વખત વધતા અને કોઈ વખત ઓછા તેનું કારણ શું છે તે હજુ જણાયું નથી.

ડાઘાઓને હવા જોડે સંબંધ છે એમ બતાવવાને ઘણા પ્રયત્નો થયા છે પણ તે સર્વે ખોટા પડ્યા છે. એક આદમી એમ કહે છે કે જે વર્ષમાં વધારે ડાઘા હોય છે તે વર્ષમાં બીજા વર્ષ કરતાં વધારે વરસાદ પડે છે, અને તે વર્ષમાં વાવાઝોડાં વગેરે પુષ્કળ થાય છે. બીજો આદમી કહે છે કે જે વર્ષમાં વધારે ડાઘા હોય છે તે વર્ષમાં બીજા વર્ષો કરતાં વધારે ગરમી હોય છે. ત્રીજો આદમી કહે છે કે જે વર્ષમાં વધારે ડાઘા દેખાય છે તે વર્ષમાં શિઆળામાં બીજા વર્ષો કરતાં વધારે ઠંડી હોય છે. વળી કોઈ કહે છે કે જે વર્ષમાં વધારે ડાઘા હોય છે તે વર્ષમાં વધારે દુકાનો બેસી જાય છે. આ બધાં વાક્યોમાંથી કયા સત્ય છે અને કયા અસત્ય છે તે કંઈ નક્કી કરી શકાતું નથી. ટૂંકમાં ડાઘાઓને આમાંના કોઈ પણ જોડે કંઈ પણ સંબંધ નથી.

પણ એટલું તો ખરૂં છે કે જે વર્ષમાં વધારે ડાઘા હોય છે તે વર્ષમાં લોહચુંબક તોફાનો વધારે થાય છે (લોહચુંબકની સોય ઘણી હાલતી દેખાય છે.) એ બેની વચ્ચે કંઈ સંબંધ છે એમ તો નક્કી થાય છે પણ શું સંબંધ છે તે નક્કી જણાતું નથી. ઈ. સ. ૧૮૭૩ થી ૧૮૯૨ સુધીમાં ત્રણ મોટાં લોહચુંબક તોફાનો થયાં હતાં અને તે ત્રણે વખતે સૂર્ય પર ડાઘાની સંખ્યા ઘણીજ મોટી હતી. ડાઘાઓ ઘણા હોય છે તે વખતે પૃથ્વીમાં પણ લોહચુંબક પ્રવાહો ચાલે છે. ઈ. સ. ૧૮૯૨ ના ફેબ્રુઆરીની ૫ મીથી ૧૭ મી સુધી જે વખતે મોટો ડાઘો સૂર્ય પર જણાયો હતો તે વખતે તેટલા દિવસ સુધી પૃથ્વી પર લોહચુંબક તોફાનો પુષ્કળ થયા હતા.

સૂર્યનું તેજ.

ખુલ્લા આકાશમાં સારી આંખવાળો આદમી પુનેમના ચંદ્રના તેજથી ન્યુસપેપર વાંચી શકે છે. એવા જો ૧૦,૦૦,૦૦૦ પુનેમના ચંદ્ર ભેગા હોય તો આકાશમાં કેટલું અજવાળું થાય ! ! અને સૂર્ય તો એથી પણ છગણું અજવાળું આપે છે. જો વીજળીનો દીવો સૂર્યની વચ્ચે રાખી કાળા

કાચથી સૂર્યનું તેજ અને તે દીવાનું તેજ તપાસીશું તો માલમ પડશે કે વીજળીનો દીવો તદન કાળો છે. સૂર્યનું જેટલું તેજ નીકળે છે તેનો માત્ર ૨,૨૦,૦૦,૦૦,૦૦૦ મો ભાગ ફક્ત પૃથ્વી પર પડે છે. સૂર્યની આજુબાજુ જે હવા છે તે જો ન હોય તો હાલ એ જેટલો પ્રકાશિત દેખાય છે તેથી ત્રણ ગણો પ્રકાશિત દેખાત અને હાલ જે સફેદ રંગ માલમ પડે છે તેને બદલે ભૂરાશ પર દેખાતે. એના ભૂરા કિરણો તે હવાની અંદર અદ્રશ્ય થઈ જાય છે.

સૂર્યની ગરમી.

સૂર્ય ઘણોજ ગરમ છે. તેનો ખ્યાલ આપવો પણ મુસ્કેલ છે. પૃથ્વી પર ગમે તેટલા કૃત્રિમ ઉપાયો વાપરીશું તોપણ તેના જેટલી ગરમી ઉત્પન્ન કરી શકાશું નહીં. એટલી બધી ગરમીને લીધે સૂર્ય ઉપર કોઈ પણ ચીજ ઘન સ્થિતિમાં નથી. અહીં જે પત્થરો છે અને જે ગાળવામાં આપણને મુસ્કેલી નડે છે તે પત્થરો ત્યાં પ્રવાહી અને વરાળ રૂપે જોવામાં આવે છે. સૂર્યનાં કિરણો અમુક પાણીના જથા પર પડવાથી તે પાણી કેટલું ગરમ થાય છે તે પરથી એવી ગણત્રી કરવામાં આવે છે કે સૂર્ય ૭૦૦૦ થી ૮૦૦૦ સેન્ટિગ્રેડ ઉષ્ણ હોવો જોઈએ અને પૃથ્વી પર એમાંથી જે ગરમી આવે છે તે એટલી છે કે દર સેંકડે તે ૬,૦૦,૦૦,૦૦૦ ટન પાણી ૧૦૦° સેન્ટિગ્રેડ ઉનું કરી શકે છે એટલે ઉકાળી શકે છે. સૂર્યનાં કિરણની ગરમી જો લેન્સ (ખાસ બનાવેલો ગોળ ઉપસેલા કાચ) થી એકઠી કરવામાં આવે તો તેથી ઘણું કામ થાય છે. ઘણાઓએ જોયું હશે કે જ્યારે લેન્સને તડકામાં ધરીએ છીએ ત્યારે તેજ એક બિંદુમાં બીજી બાજુએ એકઠું થાય છે અને ત્યાં જો એક કાગળ રાખીએ તો તે બળી જશે. કેટલાક યંત્રોથી સૂર્યની ગરમી એકઠી કરી સાંચા ચલાવવામાં આવે છે. અમદાવાદમાં પ્રદર્શન વખતે એવાં સૂર્યનાં કિરણ એકઠાં કરી તેની ગરમી વડે ભજીઆં પુરી તળતાં બતાવ્યાં હતાં. દેવતાની ગરમી અને આ ગરમી એમાં કોઈ પણ તરેહનો ફેર નથી. એક બુદ્ધિશાળી પુરૂષે એવી રીતે લેન્સ ગોઠવી રાખ્યું હતું કે જ્યારે સૂર્ય બરાબર યામોતરવૃત્ત પર આવે ત્યારે તે લેન્સ પર સૂર્યનાં કિરણ પડે ને તેના ફોકસમાં (જે બિંદુમાં તેજ એકઠું થતું તે) એવી રીતે

તોપ રાખી હતી કે માત્ર તે સૂર્યની ગરમીથીજ ફૂટતી. તોપ ફોડનારની પણ જરૂર નહીં, ઘડીઆળમાં જોવાની પણ જરૂર નહીં, અને જાણે સૂર્ય પોતે બરાબર પોતાને સ્થાને આવ્યો અને પોતેજ બપોર થયા એમ ફોડી જાહેર કરતો. લૅંગ્લી કહે છે કે ફક્ત લંડન શહેરમાં બપોરે જેટલી ગરમી પડે છે તેટલીજ જો ભેગી કરવામાં આવે તો આખી દુનીઆનું સાંચા કામ ચાલી શકે.

સૂર્યની ગરમીની બાબતમાં ઘણા લોકો સવાલ કરે છે કે જેમ જેમ આપણે ગરમ ચીજની પાસેને પાસે જતા જઈએ છીએ તેમ તેમ તે ગરમ ને ગરમ લાગતી જાય છે, પણ સૂર્યની બાબતમાં તો જેમ જેમ આપણે તેની પાસે જતા જઈએ છીએ તેમ તેમ ગરમી ઓછી લાગે છે તેનું કારણ શું? સર રૉબર્ટ બૉલને એક માણસે નીચે પ્રમાણે કહ્યું હતું:—"મારી ખાતરી છે કે તમે કાંઈ મોટી ભૂલજ કરો છો. તમે કહ્યું કે જેમ જેમ આપણે સૂર્યની પાસે જઈએ છીએ તેમ તેમ તે વધારેને વધારે ગરમ લાગવો જોઈએ, પણ મારો અનુભવ એવો છે કે આ કહેવું ભૂલ ભરેલું છે. જ્યારે મુસાફરો સ્વિત્ઝરલેન્ડ જાય છે ત્યારે તેઓ ઘણા ઉંચા પર્વત પર જાય છે. પર્વતનું શિખર તળેટી કરતાં અલબત સૂર્યની વધારે નજદીક છે ને તેથી જો સૂર્ય ખરેખર ગરમજ હોત તો ચઢનારને પહાડ ઉપર વધારે ગરમી લાગવી જોઈએ. પણ દરેક માણસ જાણે છે કે આલ્પસ પર્વતના ઉંચા શિખર પર પુષ્કળ બરફ અને હીમ પડી રહે છે, અને નીચે ખીણમાં ઘણીજ ગરમી લાગે છે. તે ઉપરથી શું એમ ન અનુમાન કરી શકાય કે જેમ જેમ આપણે સૂર્યની પાસે જઇએ છીએ તેમ તેમ વધારે ઠંડી લાગે છે અને જેમ જેમ દૂર જઈએ છીએ તેમ તેમ વધારે ગરમ લાગે છે?" ગરમીનો નિયમ એવો છે કે જેમાંથી ગરમી નીકળે છે તેની પાસે ને પાસે જાઓ તો ગરમી વધારે લાગશેજ. પણ પહાડના શિખર પર જે ઠંડી પડે છે તેનું કારણ બીજું છે. સૂર્યની ગરમી જે એક બીજા કારણથી સચવાઈ રહે છે તે બીજી ચીજ પહાડ ઉપર નથી એટલે આપણને ગરમી કેવી રીતે મળે? આપણે જાણીએ છીએ કે હવાનો શ્વાસ લીધાથી આપણે જીવીએ છીએ, અને જ્યાં આપણે જઈશું ત્યાં બધે આપણને હવા માલમ પડે છે. બલૂન જે ઉપર ચઢે છે તે

પણ હવાને લીધેજ ઉપર ચઢે છે. એ હવા આપણુને શ્વાસ લેવામાં ઉપયોગી નીવડે છે એટલુંજ નહીં પણ એ ધાબળીનું કામ કરે છે. જેવી રીતે ધાબળી ઓઢવાથી આપણા શરીરની ગરમી બહાર નીકળી જતી નથી તેમજ પૃથ્વી પર જે ગરમી પડે છે તે ગરમી એ હવા બહાર જવા દેતી નથી. ધાબળી જાતે ગરમ છે એમ નથી પણ મંદવાહક પદાર્થ છે તેને લીધે અંદરની ગરમી બહાર જતી નથી તેમજ બહારની ઠંડક અંદર આવી શકતી નથી. હવા એકજ ધાબળી નથી પણ ઘણીજ ધાબળીઓ છે. જેમ જેમ ઊંચે જઇએ છીએ તેમ તેમ હવા પાતળી થઈ જાય છે એટલે ધાબળીઓ ઓછી ને ઓછી થતી જાય છે ને તેથી ઠંડી લાગે છે. જ્યારે માણસ પહાડ ઉપર ચઢે છે ત્યારે અલબત તે સૂર્યની પાસે જાય છે અને તેથી તેને ગરમી વિશેષ લાગવી જોઈએ પણ જેટલી ગરમી વધારે લાગવી જોઈએ તેના પ્રમાણુમાં હવા પાતળી એટલે ધાબળી ન હોવાને લીધે વધારે ગરમી જતી રહે છે અને માણુસને ઠંડી લાગે છે. આ કારણુને લીધે પહાડોના શિખર પર હંમેશ બરફ પડી રહે છે.

સૂર્યમાંથી આટલી બધી ગરમી નીકળે છે તેનું કારણ શું અને તે ક્યાં સુધી રહેશે? જો સૂર્યની અંદર કોયલા હોત અને તે બળ્યા કરતા હોત તો ૬૦૦૦ કરતાં ઓછા વર્ષમાં તે કોયલા બળી રહેત. પણ આપણે જાણીએ છીએ કે હજારો વર્ષ થયાં સૂર્યની ગરમી તેટલી ને તેટલી રહેલી છે એટલે કંઈ કોયલાની માફક તે બળી રહેશે નહીં.

કોઈ પણ કારણુને લીધે એ ગરમી ચાલુ રહે છે અને તે કાંઈ ઓછી થતી નથી. કેટલાકો કહે છે કે એની અંદર કેટલાક ખરતા તારા જેવા પદાર્થો વરસાદની માફક પડે છે ને તેને લીધે અંદરની ગરમી જારી રહે છે. આપણે જાણીએ છીએ કે બંદુકની ગોળી ટારગેટ (નીશાની તાકવાને મુકેલી ઢાલ) ને વાગે છે ત્યારે તે જગ્યા અને ગોળી બંને અથડાવાથી ગરમ થાય છે. આ ખરતા તારા ઘણી ઝડપથી ફરતા હોય છે અને તેથી જ્યારે તે અથડાય છે ત્યારે ગરમી ઉત્પન્ન કરે છે. પણ આ કારણ કબુલ રાખવામાં આવતું નથી કારણ કે જો સૂર્યની ગરમી આ પ્રમાણે ઉત્પન્ન થતી હોય તો

પૃથ્વી પર પડતા ખરતા તારામાંથી સૂર્યથી અડધી ગરમી ઉત્પન્ન થવી જોઈએ. પણ જે સાધનો આપણી પાસે છે તે ઉપરથી ગણત્રી કરતાં માલમ પડે છે કે સૂર્યમાંથી એક સેંકડમાં જેટલી ગરમી મળે છે તેટલી એક વર્ષમાં પણ આપણને ખરતા તારામાંથી મળતી નથી.

બીજું કારણ એ આપવામાં આવે છે કે સૂર્ય બળતી હવાનો ગોળો છે અને એ જેમ જેમ નાનો થતો જાય છે, તેમ તેમ ગરમી ઉત્પન્ન થતી જાય છે. આપણે જાણીએ છીએ કે જો ઉંચેથી પદાર્થ નાખીએ તો પૃથ્વી ભણી તે ખેંચાય છે ને જ્યાં પડે છે ત્યાં ગરમી ઉત્પન્ન થાય છે. સૂર્યનો દરેક કણ ધીમે ધીમે અંદર પડે છે અને તેથી ગરમી ઉત્પન્ન થાય છે. સૂર્ય એટલો તો મોટો છે કે દરરોજ સહેજ નાનો થતો જાય છે. ૬૦૦૦ વર્ષમાં એ જેટલો નાનો થયો હોય તેટલો ફેર મોટા મોટા દુરબીન વતી પણ માલમ પડી આવતો નથી. કેટલીક ગણત્રી પરથી એવું ધારવામાં આવે છે. સૂર્યની ગરમી ૧૦૦૦૦૦૦૦ વર્ષ સુધી રહેશે. પણ જ્યારથી રેડીઅમની શોધ થઈ છે ત્યારથી એ ગરમી વધારે વર્ષ રહેશે એવું ધારવામાં આવ્યું છે અને તે આંકડો લગભગ આપણા બ્રહ્માના દિવસ જેવડો છે. આટલું બધું છતાં એ વિષય એવો છે કે એ બાબતમાં કંઈ પણ નિશ્ચય પર આવી શકાતું નથી.

સૂર્યની આજુબાજુનાં આવરણો.

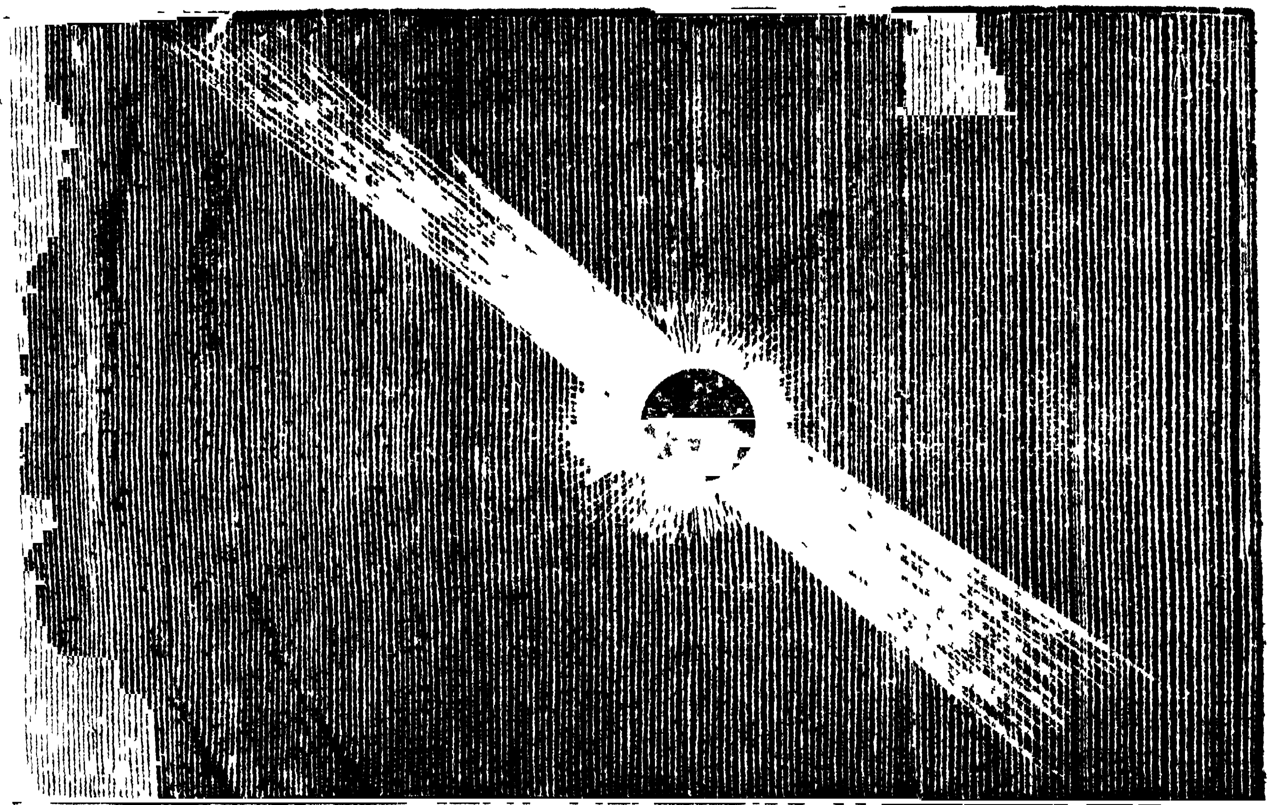
તેજાવરણની આજુબાજુ જે હવા રહેલી છે તેને રંગાવરણ કહે છે. સૂર્યના ખગ્રાસ ગ્રહણ વખતે જ્યારે તેજાવરણ ચંદ્રના વચમાં આવવાને લીધે દેખાતું નથી તે વખતે આ રંગાવરણ દેખાય છે. તેનો રંગ લાલ છે. એની અંદર મુખ્ય પદાર્થો હાઇડ્રોજન, હેલીઅમ અને કેલસીઅમ છે.

ખગ્રાસ વખતે વળી રંગાવરણમાંથી કેટલા ભડકા જેવા દેખાવ દેખાય છે. સૂર્યની અંદરથી કેટલીક વખત હવા જોરથી નીકળે છે અને તે છેક રંગાવરણની બહાર સુધી જાય છે. એમાંનો એક ભડકો ૪,૭૫,૦૦૦ માઇલ ઉંચો જોવામાં આવ્યો હતો અને તેની પહોળાઈ પણ લગભગ તેટલીજ હતી. કેટલીક વખત ફુવારાની માફક રંગાવરણમાંથી ભડકા નીકળે છે. તેવા એકની ઉંચાઈ ૩,૫૦,૦૦૦ માઇલ માપવામાં આવી હતી.

ઈ. સ. ૧૮૯૨ ના મે મહિનાની પાંચમી તારીખે એક એવો ભડકો જોવામાં આવ્યો હતો અને તેની ગતિ દર સેકંડે ૩૨૩ માઈલ હતી. આ પણ રંગાવરણની માફક ગ્રહણ વખતેજ માલમ પડે છે. વળી સ્પેકટ્રોસકોપ નામના યંત્ર વડે એ કોઈ પણ વખતે જોવામાં આવે છે. સૂર્ય પરના ડાઘાની માફક એ પણ અમુક વખતે વધારે દેખાય છે અને અમુક વખતે ઓછા દેખાય છે. એવું માલમ પડયું છે કે જે વર્ષમાં સૂર્યના ડાઘા વધારે નજરે પડે છે તેજ વખતે આ પણ વધારે હોય છે અને તેજ વખતે વળી મેગનેટીક તોફાનો પણ વધારે થાય છે.

મુકટાવરણ.

સૂર્યના ખગ્રાસ ગ્રહણ વખતે જ્યારે સૂર્યનું છેલ્લું કિરણ દેખાતું બંધ થાય છે તે વખતે મોતીના રંગનું તેજ સૂર્યની આજુબાજુ મુકટ આકારમાં દેખાય છે. સૂર્યની નજદીક છેક આંખે ઝાંઝવા આવે એવું તે પ્રકાશીત હોય છે અને ઘણે ઘણે દૂર સુધી એનો પ્રકાશ રહે છે. ૯૦ સ૦



આકૃતિ ૩૮ મી.

મુકટાવરણ.

૧૮૭૮ માં જે નિરીક્ષા કરવામાં આવી હતી તે વખતે તેની લંબાઈ ૫૦,૦૦,૦૦૦ માઇલ માપવામાં આવી હતી. દુરબીન વતી જ્યારે તપાસવામાં આવે છે તે વખતે તેનો મધ્ય ભાગ કોઈ પરીના બાલ છુટા ઉડતા હોય તેવો દેખાય છે. સૂર્યનું ગ્રહણ ન હોય તે વખતે એ જોવાનો પ્રયત્ન કરવામાં આવ્યો છે પણ તેમાં ફતેહમંદ કોઈ નીવડયું નથી.

મુકટાવરણ શું છે તે બાબત હજુ કંઈ નક્કી જણાયું નથી. ઈ. સ. ૧૮૬૯ માં ડૉકટર ગોલ્ડે જે તપાસ કરી હતી અને તે પરથી જે અનુમાન બાંધવામાં આવ્યા છે તે નીચે પ્રમાણે છે.

૧. સૂર્યની અંદરથી જે કણો બહાર ફેંકવામાં આવે છે તે કણો મુકટાવરણ દેખાય છે. પણ એ કણો લગભગ દર સેંકડે ૨૦૦ માઇલની ગતિથી ઉડવા જોઈએ.

૨. એ કણો વીજળીના પ્રતિસારક પ્રેરણાથી એક બીજા જોડે થોડો વખત રહે છે.

૩. સૂર્યની આજુબાજુ જે ખરતા તારા ફરે છે તે તારાને લીધે આ પ્રકાશ દેખાય છે.

આ ત્રણે માત્ર અનુમાન છે અને એમાંનું એક પણ ખરું છે એમ કોઈથી કહી શકાતું નથી.

સૂર્યની અંદરના પદાર્થો.

સૂર્ય નક્કર નથી તેમજ પ્રવાહી પણ નથી, પણ માત્ર હવા રૂપે જાણે એક મોટા પરપોટો છે એમ કહી શકાય. તેના મધ્ય ભાગ પર એટલું બધું દબાણ આવે છે કે તે પ્રવાહી થયા વગર રહી શકે નહીં અને સાથે એટલી ગરમી છે કે તે પ્રવાહી વરાળ થઈ ગયા વગર રહેતું નથી. તેની અંદર કોઈ પણ તરેહની રસાયણી ક્રિયા બને એ અશક્ય છે. અને જો આ વાત કબૂલજ કરીએ તોજ તેનું તેજ અને તેની ગરમી લાંબો વખત થયાં આમ રહી શકે છે એ અનુમાન પર આવી શકાય.

આપણી પૃથ્વી પર જે બધા તત્વો જોવામાં આવે છે તેમાંના ઘણા ખરા સૂર્યમાં છે. અલબત્ત કોઈ સૂર્ય પર જઈ જોઈ આવતું નથી પણ

સૂર્યનાં કિરણને સ્પેક્ટ્રોસ્કોપ નામના યંત્રથી તપાસતાં માલમ પડે છે. એમાં લોખંડ, કારબોન, હાઇડ્રોજન, નીકલ અને ત્રાંબુ મુખ્ય છે. કલોરાઇન, નાઈટ્રોજન, અને મરક્યુરી (પારો) એવા તત્ત્વો જડ્યા નથી. હેલીયમ, રેડીઅમ વગેરે બીજાં પણ અગત્યના તત્ત્વો સૂર્ય પર જોવામાં આવે છે.

સૂર્ય આપણને દરરોજ ઉગતો અને આથમતો માલમ પડે છે, પણ તે ખરી રીતે કંઈ તેમ ફરતો નથી. માત્ર પૃથ્વીના ધરી પર ફરવાને લીધે ઉગતો આથમતો દેખાય છે.

વળી સૂર્ય એક રાશીમાંથી બીજી રાશીમાં ફરતો દેખાય છે, તેનું કારણ એ છે કે પૃથ્વી સૂર્યની આજુબાજુ પ્રદક્ષિણા કરે છે ને તેથી સૂર્ય આમ જુદી જુદી રાશીમાં ફરતો દેખાય છે. બંગાળામાં આપણી માફક ચાંદ્ર માસ નથી પણ સૈાર માસ છે, એટલે સૂર્ય નવી રાશીમાં દાખલ થાય છે એટલે નવો મહિનો ગણાય છે. આ પ્રમાણે જ્યારે ત્યાં ચાંદ્ર માસ નથી ત્યારે ત્યાં આપણી માફક તિથિઓ પણ નથી. મુસલમાનોની માફક તેઓ ૨૦ મો દિવસ, ૨૧ મો દિવસ એમ ગણે છે.

સૂર્ય પોતાની ધરી પર ફરે છે એમ આગળ દર્શાવેલું છે. વળી સૂર્ય પોતાના આખા મંડળને લઈ હરક્યુલીસ (શૈારી) નક્ષત્ર તરફ જતો લાગે છે.

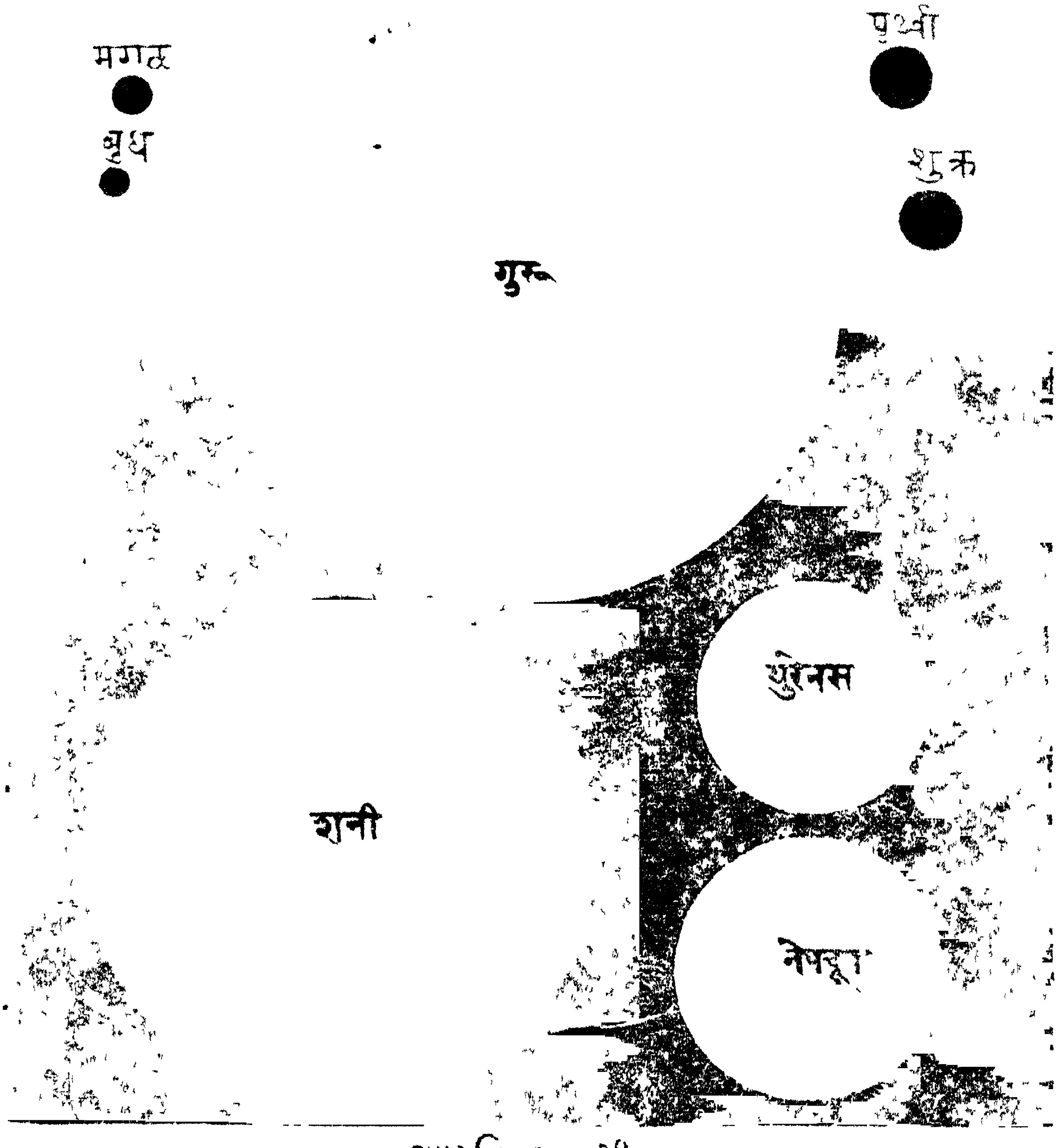
સૂર્ય આપણો પ્રાણ છે .એમ કહીએ તો ખોટું નથી. સૂર્ય આપણને તેજ આપે છે, આપણને વરસાદ આપે છે અને આપણુ સર્વે પર હકુમત ચલાવે છે. એકલી પૃથ્વી પરજ એની સત્તા છે એટલુંજ નહીં પણ બીજા ગ્રહોનો પણ એ સત્તાધારી છે.

प्रकरण चोथुं.

सूर्यमाळा.

આપણે પૃથ્વી, ચંદ્ર અને સૂર્ય વિષે વાંચી ગયા. પૃથ્વી અને ચંદ્ર બંનેનો આધાર સૂર્ય પર રહેલો છે તે પણ આપણે જાણ્યું અને સૂર્ય આપણને કેટલો ઉપયોગી છે તે પણ આપણે ઉપોદ્ઘાતમાં જોયું છે. સૂર્ય આ

એજ આકાશી પદાર્થ પર હકુમત ચલાવે છે અથવા એનું ભલું કરે છે એટલું જ નથી પણ આકાશમાંના બીજા ગ્રહો, ઉપગ્રહો, નાના ગ્રહો, ખરતા તારા, ધૂમકેતુ વગેરે પર પણ હકુમત ચલાવે છે અને તે બધા સૂર્યમાળાના અંગો છે. તેથી સૂર્ય, ગ્રહો, નાના ગ્રહો, ઉપગ્રહો, ધૂમકેતુ, ખરતા તારા, અને રાશી ચક્ર તેજ એ બધાનો સમૂહ સૂર્યમાળા કહેવાય છે.



આકૃતિ ૩૯ મી.

આઠે ગ્રહોનું કદ.

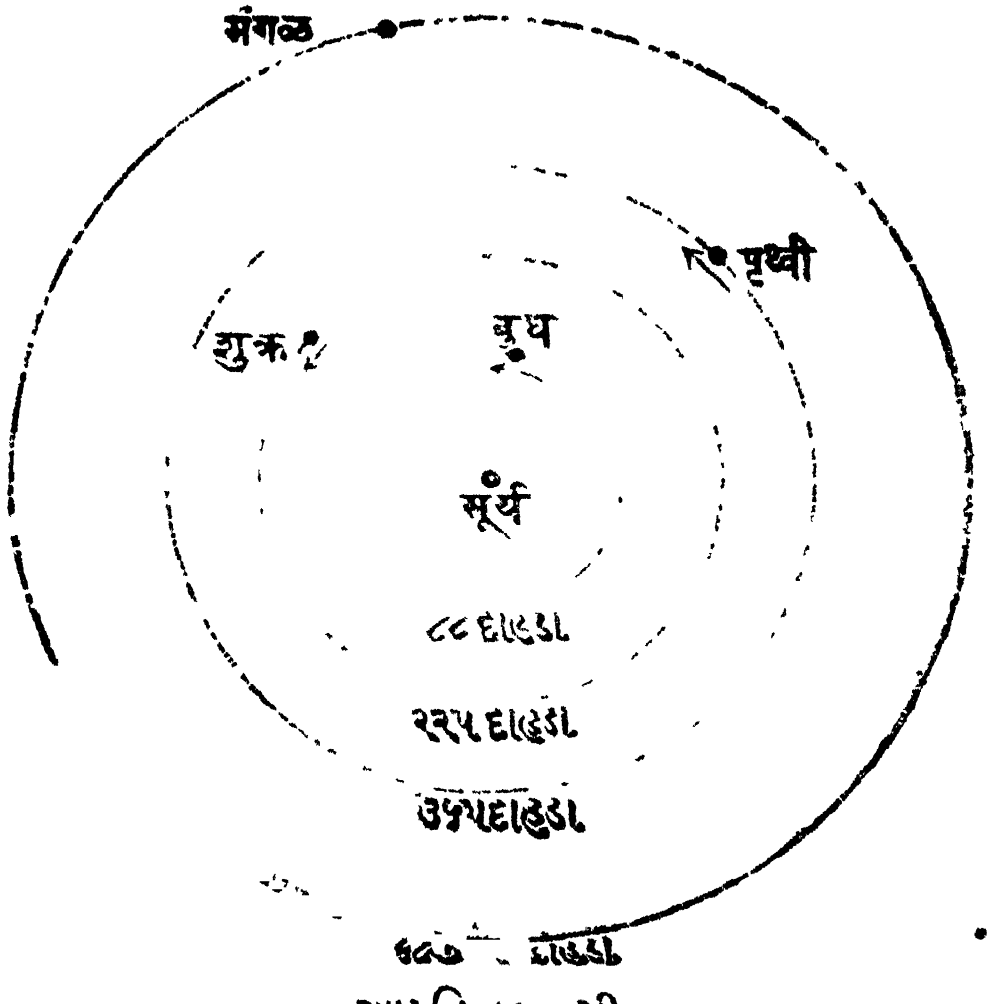
આકાશમાં તારાઓ ગ્રહથી છુટા પડે છે. જો આપણે બારીકીથી જોતા નથી તો બધા પ્રકાશિત બિંદુ લાગે છે પણ જ્યારે બહુ બારીકીથી જોઈએ છીએ ત્યારે એની વચ્ચે ફેર માલમ પડે છે. તારાઓ એક બીજાથી સરખે અંતરે રહે છે અને ગ્રહો પોતાનું સ્થાન બદલે છે. અમુક નક્ષત્રમાં કોઈ પણ ગ્રહ હશે તો તે નક્ષત્રના તારા એક બીજાથી સરખે અંતરે રહેશે પણ ગ્રહ દરરોજ તે તારાના સંબંધમાં પોતાનું સ્થાન બદલતો માલમ પડશે. આથી કરીને પશ્ચિમની પ્રજાઓ તારાઓને જડીત તારા (fixed stars) અને ગ્રહોને ભટકતા તારા (wandering stars) કહે છે. તારાથી ગ્રહને ઓળખવાની બીજી રીત એ છે કે તારાઓનું અજવાળું સ્થિર રહેતું નથી પણ ગ્રહોનું અજવાળું સ્થિર હોય છે. ત્રીજી ઓળખવાની નિશાની એ છે કે જ્યારે આપણે દુરબીનથી જોઈએ છીએ ત્યારે તારાઓ જે બિંદુ રૂપે દેખાય છે તે તેવાજ દેખાય છે અને ગ્રહનું બિંબ મોટું દેખાય છે.

आठ ग्रहो.

બુધ, શુક્ર, પૃથ્વી, મંગળ, ગુરૂ, શનિ, યુરેનસ અને નેપચ્યુન એ પ્રમાણે આઠ ગ્રહો છે. આમાંના ફક્ત પાંચ ગ્રહજ બુધ, શુક્ર, મંગળ, ગુરૂ અને શનિ અસલના લોકોની જાણમાં હતા. વળી તે લોકો એમ સમજતા હતા કે બધા ગ્રહો પૃથ્વીની આજુબાજુ ફરે છે. આ સિદ્ધાંત ટોલેમીનો સિદ્ધાંત નામે ઓળખાતો અને તે ૧૪૦૦ વર્ષ સુધી લોકોમાં માન્ય હતો. કોપરનિકસ નામનો વિદ્વાન ઈ. સ. ની ૧૬ મી સદીમાં થયો તેણે ટોલેમીનો સિદ્ધાંત ખોટો છે એમ ઠેરવ્યું અને તેને બદલે પોતાનો સિદ્ધાંત ચલાવ્યો જે આજે પણ માન્ય છે. તેનું કહેવું એ હતું કે બધા ગ્રહો સૂર્યની આસપાસ ફરે છે અને પૃથ્વી પણ સૂર્યની આસપાસ ફરે છે. બાકીના બે ગ્રહ યુરેનસ અને નેપચ્યુન પાછળથી શોધી કાઢવામાં આવ્યા છે. ઈ. સ. ૧૭૮૧ માં સર વીલીયમ હરશલે માત્ર દુરબીનની મદદથી યુરેનસ શોધી કહાડયો હતો અને નેપચ્યુન પહેલો ગણિત શાસ્ત્રની મદદથી શોધી કહાડવામાં આવ્યો હતો અને ઈ. સ. ૧૮૪૬ ના સપ્ટેંબરની ૨૩ મી તારીખે બરલીનના ખગોળશાસ્ત્રી ગેલીએ દુરબીનની મદદથી તેને જોયો હતો.

આ ઉપરાંત બીજા કેટલાક નાના ગ્રહો છે અને તેને ગુજરાતીમાં લઘુ ગ્રહો એવું નામ આપીશું તો ચાલશે. આ લઘુ ગ્રહો ૧૪ મી સદીના શરૂઆતથી શોધાવા લાગ્યા અને તેની સંખ્યા આજે લગભગ ૫૦૦ છે અને દર વર્ષે એની સંખ્યામાં વધારો થતો જાય છે. આ મોટા ગ્રહો અને લઘુ ગ્રહો સૂર્યની આસપાસ ફરે છે અને તેઓ સૂર્યથી પોતાના અંતરના પ્રમાણમાં નીચે પ્રમાણે છે—બુધ, શુક્ર, પૃથ્વી, મંગળ, લઘુ ગ્રહો, ગુરૂ, શનિ, યુરેનસ અને નેપ્ચુન છે.

ગ્રહોના કેટલાક બે ભાગ કરે છે—**લઘુગ્રહો અને મોટા ગ્રહો.** લઘુગ્રહો બાદ કરતાં જે આઠ ગ્રહ રહે છે તે બધા મોટા ગ્રહો કહેવાય છે.



આકૃતિ ૪૦ મી.

અંદરના ગ્રહો-બુધ, શુક્ર, પૃથ્વી અને મંગળની કક્ષા.

મોટા ગ્રહોના વળી કેટલાક બે ભાગ કરે છે—અંદરના ગ્રહો ને બહારના ગ્રહો. જે ગ્રહોની કક્ષા પૃથ્વીની કક્ષાની અંદર રહેલી છે તે અંદરના ગ્રહો કહેવાય છે, અને જેની કક્ષા પૃથ્વીની કક્ષાની બહાર રહેલી છે તેને બહારના ગ્રહો કહે છે. અંદરના ગ્રહો ચંદ્રની માફક બધી કળા ધરે છે પણ બહારના ગ્રહોમાં તો માત્ર મંગળજ એક બિંબાકાર રૂપ ધરે છે. વળી અંદરના ગ્રહો મધરાતે કદી પણ દેખી શકાતા નથી અથવા યામોત્તર પર રાતના દેખાતા નથી. તેઓ ફક્ત સાંઝે અથવા સવારે દેખાય છે પણ બહારના ગ્રહો તો ગમે તે વખતે રાતના દેખાય છે. અંદરના ગ્રહો પૃથ્વી અને સૂર્યની વચ્ચે આવી શકે છે અને તે વખતે સૂર્ય પર તે કાળા ડાઘા જેવા દેખાય છે, અને તે દેખાવને સંક્રમણ કહીએ છીએ. બહારના ગ્રહોનું આ પ્રમાણે સંક્રમણ થતું નથી. અંદરના ગ્રહોને ઉપગ્રહ હોતા નથી પણ બહારના ગ્રહને ઉપગ્રહ હોય છે. બહારના ગ્રહો હજુ ગરમ સ્થિતિમાં છે એમ ધારવામાં આવે છે.

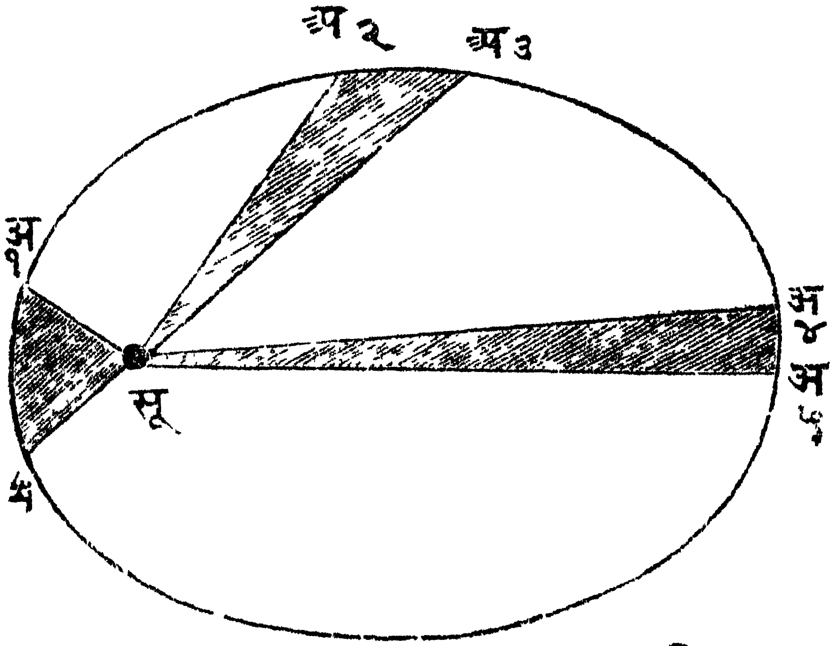
કેટલાકો લઘુ ગ્રહની મર્યાદા ગણી બુધ, શુક્ર, પૃથ્વી અને મંગળને અંદરના ગ્રહ ગણે છે અને ગુરૂ, શનિ, યુરેનસ અને નેપચ્યુનને બહારના ગ્રહ ગણે છે.

ગ્રહો ઉપરાંત આકાશમાં આપણા ચંદ્ર જેવા બીજા ચંદ્ર છે ને તે ઉપગ્રહ કહેવાય છે. જેમ આપણો ચંદ્ર પૃથ્વી ગ્રહની આજુબાજુ ફરે છે તેમ બીજા ગ્રહોની આસપાસ તેના ચંદ્ર ફરે છે. પૃથ્વીને એક ચંદ્ર છે, મંગળને બે છે, ગુરૂને આઠ છે, શનિને દશ છે, યુરેનસને ચાર છે અને નેપચ્યુનને બે છે. ગ્રહો જેમ સૂર્યની આસપાસ ફરે છે તેમ ઉપગ્રહો ગ્રહોની આસપાસ ફરે છે. ગ્રહો તથા સૂર્યના પ્રકાશથી પ્રકાશે છે તેમજ ઉપગ્રહો પણ સૂર્યના તેજથી પ્રકાશે છે. સૂર્યના ગુરૂત્વાકર્ષણને લીધે ગ્રહો તેની આસપાસ ફરે છે તેમ ગ્રહોના ગુરૂત્વાકર્ષણને લીધે ઉપગ્રહો ગ્રહોની આજુબાજુ ફરે છે.

આ બધા ગ્રહો પશ્ચિમથી પૂર્વ સૂર્યની આસપાસ અને પોતાની ધરી પર ફરે છે અને તેઓના ફરવાના માર્ગ લંબગોળ છે. ઉપગ્રહો અને ગ્રહોની માફક પશ્ચિમથી પૂર્વ ગ્રહોની આસપાસ ફરે છે. ફક્ત યુરેનસ અને નેપચ્યુનના

ઉપગ્રહો પોતાના ગ્રહોની આસપાસ ઉલટી દિશામાં એટલે પૂર્વથી પશ્ચિમ ફરે છે. જે દિશામાં ઘડિઆળના કાંટા ફરે છે તે ઉલટી ગતિ (પૂર્વથી પશ્ચિમ) કહેવાય છે અને ઘડિઆળના કાંટાને ઉંધી દિશામાં ફેરવીએ તો તે સુલટી ગતિ (પશ્ચિમથી પૂર્વ) કહેવાય છે. બધા ગ્રહો પૃથ્વીની માફક લગભગ ગોળ છે અને ધ્રુવ ઉપર થોડા વધતા ચપટા થયેલા છે.

ગ્રહોની કક્ષાઓ પૂર્ણ ગોળ નથી એ વાત વિખ્યાતી પામેલા કેપ્લરે પ્રથમ સિદ્ધ કરી હતી. ઘણા વર્ષો સુધી શ્રમ ભરેલી નિરીક્ષા કર્યાથી તેના જાણવામાં આવ્યું કે મંગળ ગ્રહના જૂદાં જૂદાં સ્થળો બિંદુઓ વડે નકશા ઉપર દર્શાવી એ સર્વ બિંદુઓને એક વક્ર રેષાથી જોડીએ તો એ વક્ર રેષા લંબગોળ થાય છે અને વળી એ લબગોળના બે માંના એક કેંદ્રમાં સૂર્યનું સ્થળ જણાયું. એ રીતે પ્રત્યક્ષ શોધ વડે મંગળની કક્ષા લંબગોળ સિદ્ધ કર્યા પછી તેણે સર્વ ગ્રહોની કક્ષાઓ લંબગોળ છે એવું સામાન્ય અનુમાન બાંધ્યું. પછી તણે આખરે એવું સિદ્ધ કરી આપ્યું કે કક્ષાઓમાં ગ્રહોની ગતિ ત્રણ સાદા નિયમો પર આધાર રાખે છે. એ નિયમો ગુરૂત્વાકર્ષણના નિયમને અનુસરે છે અને તે નિયમો નીચે પ્રમાણે છે.



આકૃતિ ૪૧ મી. **કેપ્લરના નિયમો.**

૧ લો નિયમ—ગ્રહો લંબવર્તુલમાં ફરે છે ને સૂર્ય તેના બે કેંદ્રમાંના એક કેંદ્રમાં રહે છે.

૨ જો નિયમ—સૂર્યની આસપાસ ફરવામાં ગ્રહો સરખા કાળમાં સરખું ક્ષેત્રફળ કરે છે.

૩ જો નિયમ—ગ્રહોની પ્રદક્ષિણાના કાળના વર્ગ સૂર્યથી તેમના

સરાસરી અંતરના ઘનના પ્રમાણમાં હોય છે.

આકૃતિ ૪૧ મી ત્રણે નિયમનો ખુલાસો બતાવે છે.

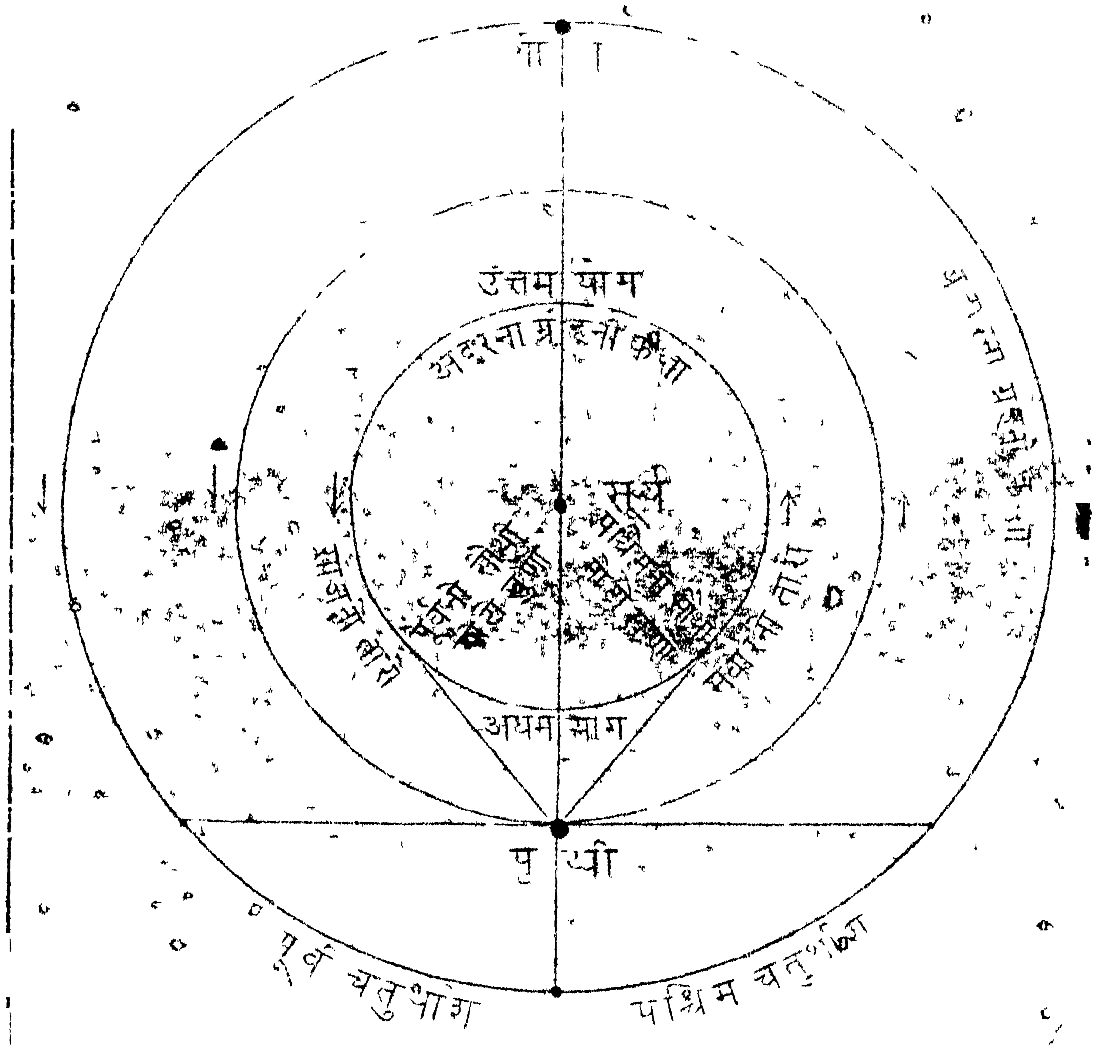
પહેલા નિયમ પ્રમાણે ઉપલી આકૃતિમાં ગ્રહની કક્ષાનો આકાર લંબગોળ છે. **सू** કેંદ્ર સૂર્યનું સ્થળ આવે છે. સૂર્યની આસપાસ ફરવામાં ગ્રહો જે સરખા કાળમાં સરખાં ક્ષેત્રફળ કરે છે તે એજ આકૃતિમાં કાળા ત્રિકોણો દર્શાવે છે. સૂર્યના મધ્ય બિંદુને ગ્રહ જોડે જોડનારી સીધી લીટી સરખા કાળમાં સૂર્યની આસપાસ ફરતાં સરખાં ક્ષેત્રફળ કરે છે તેને ત્રિજ્યા લીટી (**सूअ**) કહે છે. આ આકૃતિમાં **अअ**^{૨} અને **अ**^{૪} **अ**^{૫} સરખા કાળમાં કાપેલા માર્ગ છે પણ **सूअअ**^{૧} અને **सू अ**^{૪} **अ**^{૫} એ ક્ષેત્રફળ સરખા છે. કેપ્લરના ત્રીજા નિયમ ઉપરથી સ્પષ્ટ દેખાય છે કે જો ખગોળવેત્તા ગ્રહોની પ્રદક્ષિણાનો કાળ શોધી કાઢે, અને પૃથ્વીથી સૂર્યનું અંતર જાણે તો તે ઉપરથી કોઈપણ ગ્રહનો સૂર્યથી અંતર જાણી શકે. દાખલા તરીકે પૃથ્વીથી સૂર્યનો અંતર લગભગ ૯,૩૦,૦૦,૦૦૦ માઈલ છે પણ આપણને ગણત્રી કરવી સહેલ પડે માટે ૧ ધારીએ. પૃથ્વીની સૂર્યની પ્રદક્ષિણાનો કાળ એક વર્ષ છે અને ગુરૂની પ્રદક્ષિણાનો કાળ લગભગ ૧૨ વર્ષ છે તો કેપ્લરના નિયમ પ્રમાણે

$$૧^{૨} : ૧૨^{૨} :: ૧^{૩} : \text{क्ष}^{૩}.$$

$$: ૧૪૪$$

એ (૧૪૪) નો ઘનમૂળ લગભગ ૫·૧ ધારીએ ને તે વતી ૯,૩૦,૦૦,૦૦૦ માઈલને ગુણીએ તો ૪૭,૪૦,૦૦,૦૦૦ માઈલ આવે છે. એ ગુરૂનો સૂર્યથી લગભગ અંતર છે. પણ જો આંકડા બરાબર લીધા હોય તો એનો ખરો અંતર આવ્યા વગર રહેતો જ નથી.

અમુક ગ્રહની કક્ષા નક્કી કરવી હોય તો જે નક્ષત્રોમાં તે ગ્રહ ફરતો હોય તે માર્ગ નક્કી કરવાથી તેની કક્ષા માલમ પડે છે અને તે ઉપરથી તે માર્ગ અને ક્રાંતિવૃત્ત વચ્ચે કેટલો ખુણો છે તે નક્કી કરી શકાય છે. બુધનો માર્ગ ક્રાંતિવૃત્તને ૭° અંશને ખુણે આવેલો છે, શુક્રનો માર્ગ ક્રાંતિવૃત્તને ૩°૨૪ અંશને ખુણે આવેલો છે અને શનિનો માર્ગ ક્રાંતિવૃત્તને ૨°૩૦ અંશને ખુણે આવેલો છે. બાકીના ગ્રહના ખુણા ૨° અંશ કરતાં પણ ઓછા



આકૃતિ ૪૨ મી.

યોગ, પ્રતિયોગ વગેરે.

છે. આ ઉપરથી માલમ પડે છે કે બધા ગ્રહો ક્રાંતિવૃત્તની પાસેજ ફરે છે અને બુધ જે દૂરમાં દૂર છે તેનો ખુણો ૭° અંશ થાય છે. એટલે ગ્રહોના ફરવાનો માર્ગ ક્રાંતિવૃત્તની ઉત્તરે ૭° અંશથી દક્ષિણે ૭° અંશ સુધી છે અને એ આખો ૧૪° અંશનો માર્ગ રાશીચક્ર કહેવાય છે.

જે નક્ષત્રમાં ગ્રહને જોઇએ, તેજ નક્ષત્રમાં અને તેજ સ્થાનમાં પાછા ફરીને આવતાં તે ગ્રહને જે વખત થાય છે તેને તે ગ્રહનું નક્ષત્ર વર્ષ કહે છે.

ઉપર કહ્યા પ્રમાણે કક્ષાઓ લંબગોળ છે તેથી ગ્રહ કોઈ વખતે સૂર્યની નજદીક અને કોઇ વખતે દૂર હોય છે. જ્યારે કોઇ પણ ગ્રહ સૂર્યની નજદીક હોય છે ત વખતે તે ગ્રહ રવી સમીપ બિંદુમાં છે એમ કહેવાય છે અને દૂર હોય છે ત્યારે તે રવિ દૂર બિંદુમાં છે એમ કહેવાય છે. ચંદ્રનો

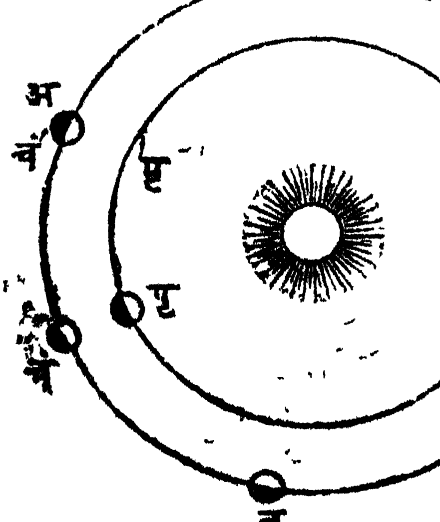
માર્ગ પણ લંબગોળ છે અને તેથી કોઈ વખત પૃથ્વીની નજદીક અને કોઈ વખત પૃથ્વીથી દૂર હોય છે. પૃથ્વીની નજદીકનું ચંદ્રનું બિંદુ નીચ સ્થાન અને દૂરમાં દૂર બિંદુ ઉંચસ્થાન કહેવાય છે.

योग, प्रतियोग.

પૃથ્વીથી સૂર્ય સુધી અને કોઈ ગ્રહ કે ઉપગ્રહ સુધી દોરેલી બે લીટી વચ્ચે જે ખુણો થાય છે તે તે ગ્રહ અથવા ઉપગ્રહનું યેાગથી ખુણામાં અંતર કહેવાય છે.

આકૃતિ ૪૨ માં પૃથ્વીની કક્ષાની અંદર જે વર્તુલ છે તે અંદરના ગ્રહની કક્ષા છે. તીર દરેક કક્ષામાં ગ્રહનો ફરવાનો માર્ગ પશ્ચિમથી પૂર્વ બતાવે છે. સવારનો તારો અને સાંઝનો તારો એ શબ્દો શુક્રના બે સ્થાન બતાવે છે. શુક્ર પોતાની કક્ષામાં ફરતો ફરતો તે બે સ્થાને વારા ફરતી આવે છે ત્યારે તે સવારે અથવા સાંઝે દેખાય છે. સૂર્યથી અને સાંજનો તારો અથવા સવારના તારાથી પૃથ્વી સુધી લીટીઓ દોરેલી છે. એ લીટીઓ વચ્ચે જે ખુણા થાય છે તે ખુણા યેાગથી ખુણામાં અંતર કહેવાય છે અને તે જે દિશામાં હોય તે પ્રમાણે પૂર્વનો અથવા પશ્ચિમનો ખુણો કહેવાય છે.

જ્યારે કોઇ ગ્રહનું યેાગથી અંતર શૂન્ય અંશ હોય એટલે પૃથ્વી અને સૂર્ય સાથે સીધી લીટીમાં તે ગ્રહ આવે ત્યારે તેનો **યેાગ** થયો કહેવાય. આકૃતિ ૪૨ માં શુક્રનો બે જગ્યાએ યેાગ થયેલો કહેવાય. એ બે જગ્યાનો યેાગ ઓળખાવવા માટે નીચલી જગ્યાનો યેાગ અધમ યેાગ અને ઉપલી જગ્યાનો યેાગ ઉત્તમ યેાગ કહેવાય છે. નીચલી જગ્યાએ પૃથ્વી, શુક્ર, અને સૂર્ય એ ત્રણે સીધી લીટીમાં છે અને શુક્રનો અપ્રકાશિત ભાગ પૃથ્વી તરફ રહેલો છે. તે વખતે શુક્રનો ઉદય



આકૃતિ ૪૩ મી.
મંગળનો પ્રતિયેાગ.

અને અસ્ત સૂર્યની સાથે થાય છે તેથી શુક્ર દેખાતો નથી. ઉપલી જગ્યાએ પણ શુક્ર, પૃથ્વી અને સૂર્ય એક સીધી લીટીમાં છે પણ આ સ્થળમાં સૂર્ય, શુક્ર અને પૃથ્વીની વચ્ચે આવેલો છે અને શુક્રનો તેજસ્વી ભાગ પૃથ્વી તરફ રહેલો છે અને તે વખતે પણ શુક્રનો ઉદય અને અસ્ત સૂર્યની સાથે થાય છે તેથી શુક્ર દેખી શકાતો નથી.

જ્યારે કોઇ ગ્રહનું યોગથી ૧૮૦° અંશ અંતર હોય એટલે સૂર્ય અને પૃથ્વીની સાથે સીધી લીટીમાં પરંતુ સૂર્યથી પૃથ્વીની સામી બાજુએ ગ્રહ હોય ત્યારે તે દેખાવને પ્રતિયોગ કહે છે. આકૃતિ ૪૨ માં બહારના ગ્રહની પણ કક્ષા બતાવેલી છે. તેમાં યોગ શબ્દ લખેલો છે તે સ્થાને બહારના ગ્રહનો યોગ થાય છે તેની સામી બાજુએ જ્યાં ફક્ત સફેદ બિંદુ છે તે સ્થાને બહારના ગ્રહનો પ્રતિયોગ કહેવાય છે. અંદરના ગ્રહોનો પ્રતિયોગ કોઈ પણ દિવસ થતો નથી. ફક્ત બહારના ગ્રહોનોજ પ્રતિયોગ થાય છે. આકૃતિ ૪૩ માં **ચં** મંગળ છે ને **પૃ** પૃથ્વી છે, મંગળ જો **ચં** જગ્યાએ હોય તો તે સ્થાન મંગળનું પ્રતિયોગ કહેવાય છે. બહારના ગ્રહોનો અધમ યોગ કદી જ થતો નથી.

જ્યારે ગ્રહ યોગથી ૯૦° અંશ પૂર્વે કે પશ્ચિમ હોય ત્યારે તે ચતુર્થાંશ કહેવાય છે. આકૃતિ ૪૨ માં પશ્ચિમ ચતુર્થાંશ અને પૂર્વે ચતુર્થાંશ સ્થાન બતાવેલાં છે.

જ્યારે અંદરનો ગ્રહ સૂર્યના ઉદય પછી ઉગે છે ત્યારે ફક્ત સાંઝે સૂર્યાસ્ત પછી થોડો વખત તે દેખાય છે. તે વખતે તે સંધ્યાકાળનો તારો કહેવાય છે. જો તે સૂર્યના ઉદય પહેલાં ઉગે છે તો તે પ્રાતઃકાળનો તારો કહેવાય છે. બુધ અને શુક્ર અધમયોગથી ઉત્તમયોગ સુધી સવારે દેખાય છે અને તે વખતે તેઓ પ્રાતઃકાળના તારા કહેવાય છે. ઉત્તમયોગથી અધમયોગ સુધી તેઓ સાંઝે સૂર્યના અસ્ત પછી દેખાય છે ત્યારે તે સાયંકાળના તારા કહેવાય છે. (આકૃતિ ૪૨ મી).

ग्रहना दिवसनी लंबाई केवी रीते मपाय छे.

દૂરબીનની મદદથી જે ડાઘ અથવા નિશાની આપણે ગ્રહ પર જોઇએ,

તે નિશાની ફરતી ફરતી પાછી તેજ સ્થાન પર આવવાને જે વખત લે છે તે વખત તે ગ્રહનો ધરી પર ફરવાનો વખત અથવા દિવસ કહેવાય છે.

ऋतु भेद.

ઋતુભેદ જાણવાને માટે ધરી પર ફરવાના માર્ગની સપાટી અને કક્ષાની સપાટી જાણવાની જરૂર છે. એ બેની વચ્ચે જે ખુણો થાય છે તે પરથી ઋતુ ભેદ નક્કી કરી શકાય છે. જો બેની વચ્ચે શૂન્ય અંશ ખુણો હોય તો એકજ તરેહની ઋતુ તે ગ્રહ પર રહે છે. જેમ ખુણો મોટો થતો જાય છે તેમ શિઆળો અને ઉનાળો જુદો માલુમ પડતો જાય છે અને તેની ઉષ્ણતામાં ફેર માલમ પડે છે. મંગળના ધરી પર ફરવાના માર્ગની સપાટી અને કક્ષાની સપાટી વચ્ચે ખુણો લગભગ આપણી પૃથ્વીના ધરી પર ફરવાના માર્ગની સપાટી અને ક્રાંતિ-વૃતની સપાટી વચ્ચેના ખુણા જેટલો થાય છે તેથી મંગળ પર ઋતુ આપણા જેવીજ છે. ફેર એટલો છે કે તેનું વર્ષ આપણા બે વર્ષના જેટલું લાંબુ હોવાને લીધે ઋતુની લંબાઇ આપણાથી ત્યાં બમણી છે.

ग्रहोनो अंतर.

ગ્રહોનો સૂર્યથી અંતર જુદી જુદી રીતે માપવામાં આવે છે. પણ સૌથી સહેલી રીતે કેપ્લરનો ત્રીજો નિયમ છે. સૂર્યથી પૃથ્વીનો અંતર માપવામાં આવેલો હોય છે. ગ્રહોનો કક્ષામાં ફરવાનો વખત નિરીક્ષા પરથી માલમ પડે છે અને પછી જો કેપ્લરનો ત્રીજો નિયમ લાગુ પાડીએ તો દરેક ગ્રહનો અંતર માલમ પડી શકે છે.

ग्रहनुं कद.

જો કોઈ પણ ગ્રહનું અંતર આપણે જાણીએ અને જે ખુણો તે આંખની સાથે કરે છે તે જાણીએ તો ગણિતશાસ્ત્રની મદદ વડે આપણે તેનું કદ જાણી શકીએ છીએ. જાડા કાગળનો ગોળ ટકડો કાપી તેને એવે અંતરે રાખો કે જેથી તે ગ્રહ અથવા આકાશી પદાર્થને ઢાંકી શકે. પછી તે ગોળ જાડા કકડાનો અંતર માપો. તો નીચલા પ્રમાણથી ગ્રહનો વ્યાસ નીકળશે.

ગ્રહનો અંતર : ગોળ કાગળનો અંતર : : ગ્રહનો વ્યાસ : કાગળનો વ્યાસ.

આ પ્રમાણે જો કોઈ પણ ગ્રહનો વ્યાસ માલમ પડે તો તે ઉપરથી આપણે તેનું કદ જાણીએ અને તે ઉપરથી તેનું ક્ષેત્રફળ નીકળી શકે. નીચલા સમીકરણમાં ત્રિ ત્રિજ્યા બતાવે છે.

$$\text{કદ} = \frac{4}{3} \ (૩\cdot૧૪) \ \text{ત્રિ}^{3}.$$

$$\text{ક્ષેત્રફળ} = ૨ \ (૩\cdot૧૪) \ \text{ત્રિ}^{2}.$$

ग्रहोना रजकण समूह.

ગ્રહો જે આકર્ષણ બીજા આકાશી પદાર્થો પર કરે છે તે પરથી તેનો રજકણ સમૂહ જાણી શકાય છે. પૃથ્વીનો રજકણ સમૂહ આપણી પૃથ્વી જે આકર્ષણ ચંદ્ર ઉપર કરે છે, તે ઉપરથી જાણીએ છીએ. બીજા ગ્રહોના રજકણ સમૂહ તેઓના ચંદ્ર અથવા ઉપગ્રહ ઉપર અથવા પાસે થઇને જતાં ધૂમકેતુ પર જે આકર્ષણ તે ગ્રહ કરે છે તે ઉપરથી નક્કી કરી શકાય છે. જો કદ અને રજકણસમૂહ જાણીએ તો તે ઉપરથી જાતીય ગુરૂત્વ નીકળી શકે છે અને તે ગુરૂત્વ પછી બીજા જાતીય ગુરૂત્વ જોડે સરખાવી શકાય છે.

ग्रह उपर जमीन अथवा पाणी.

જો કોઈ પણ ગ્રહ દૂરબીનની મદદથી તપાસીએ અને તે વખતે થોડો ભાગ પ્રકાશિત દેખાય અને થોડો ભાગ આછો પ્રકાશિત દેખાય તો તે આછો પ્રકાશિત ભાગ પાણી સમજવું, કારણ કે પાણી પરથી તેજનું પરીવર્તન જોઇએ તેવું થતું નથી પણ જમીન પરથી તો જોઈએ તેવું થાય છે. પણ ચંદ્રની બાબતમાં એવા કાળા અથવા ઓછા પ્રકાશિત ભાગ દરીઆનાં તળીઆં છે. આ આછા પ્રકાશિત ભાગો વાદળાં વચ્ચેનો ખુલ્લો માર્ગ પણ હોઈ શકે. ગુરૂ પર એવા જે કાળા ભાગ દેખાય છે તે વાદળાં વચ્ચેના ખુલ્લા ભાગ છે. જો કોઈ ગ્રહ પર વાદળાં દેખાય તો તે ઉપર પાણી અવશ્ય હોવુંજ જોઈએ. કારણ કે પાણી વગર વાદળાંની ઉત્પત્તિ હોતી

નથી. વાદળાં જમીન કરતાં પણ કિરણોનું વધારે પરીવર્તન કરે છે અને જમીન કરતાં પણ તેથી તે વધારે પ્રકાશિત દીસે છે.

ग्रह पर हवा.

જો કોઈ પણ ગ્રહ પર હવા હોય છે તો તે ગ્રહ પાછળ આવનાર પદાર્થને આસ્તે આસ્તે ઢાંકી નાંખે છે. પણ જો હવા હોતીજ નથી તો ચંદ્રની માફક તે પાછળ આવનાર પદાર્થને એકદમ ઢાંકી નાંખે છે. હવાને લીધે કેટલીક વખત સુધી પાછલો પદાર્થ ઓછો પ્રકાશિત દીસે છે. જો હવા હોય તો ગ્રહ ઉપરના પદાર્થોના પડછાયા બહુ કાળા લાગશે નહીં. ચંદ્ર ઉપર હવા નથી માટે તેના પડછાયા એકદમ જુદા પડી આવે છે.

લઘુ અને મોટા ગ્રહો અને ઉપગ્રહો ઉપરાંત ધૂમકેતુ, ખરતા તારા અને રાશીચક્ર તેજ સૂર્યમાળાના અંગો છે.

धूमकेतु अथवा पुछडीआ तारा.

ધૂમકેતુ એ સાધારણ રીતે લાંબા વાળવાળા માથા જેવા દેખાતા આકાશી પદાર્થ છે. ધૂમકેતુને લોકો પુછડીઆ તારા પણ કહે છે, કારણકે એ લાંબા પ્રકાશિત વાળ પુંછડી જેવા દેખાય છે. જુના વખતમાં જ્યારે જ્યારે ધૂમકેતુ દેખાતા ત્યારે ત્યારે કંઈ દુકાળ પડશે, અથવા કોઈ મોટા માણસનું મૃત્યુ થશે એમ ધારવામાં આવતું. છેક ઇ. સ. ૧૮૬૧ માં જ્યારે ધૂમકેતુ દેખાયો હતો તે વખતે ઇટાલીમાં એવી બુમ ચાલી હતી કે ત્યાંના ધર્મ ગુરૂનું મરણ થશે.

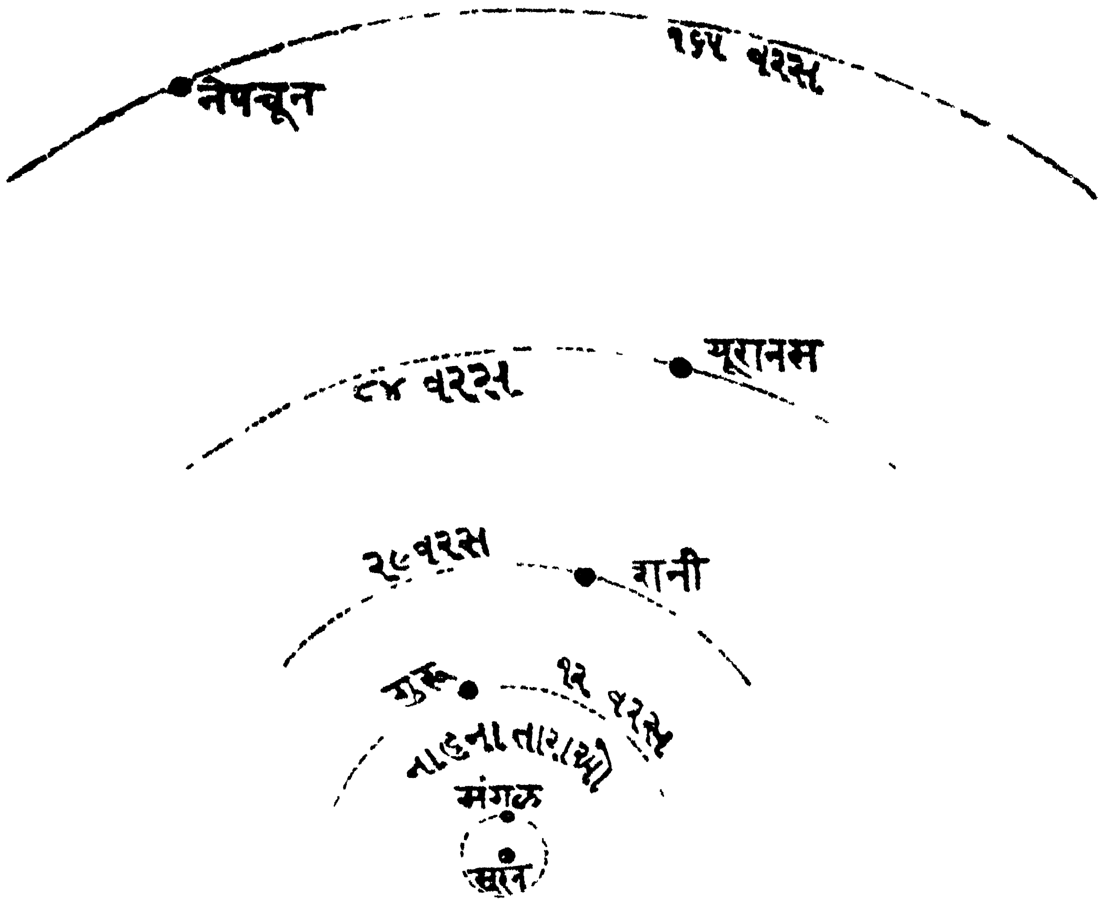
खरता तारा.

ઉલ્કા, ખોલ્કા, અગ્ન્યુ ઉત્પાત વગેરે નામ ખરતા તારાને આપવામાં આવેલાં છે. તેઓ આપણી પૃથ્વીના વાતાવરણના ઘસારાની સાથે સળગી ઉઠે છે અને તેનો નાશ થઈ જાય છે.

राशी चक्र तेज.

ઉષ્ણ કટિબંધના દેશોમાં એક પ્રકારનું તેજ દેખાય છે તેને ખગોળવેત્તાએ રાશીચક્ર તેજ નામ આપેલું છે. આ તેજ સૂર્ય અસ્ત થયા પછી થોડીવારે પશ્ચિમ ક્ષિતિજ ઉપર રાશીચક્રની હદમાં ત્રાંસા શંકુના આકારમાં

દેખાય છે માટે તેને રાશીચક્ર તેજ નામ આપવામાં આવ્યું છે. કોઈ કોઈ વાર સૂર્યોદય થયા પહેલાં પ્રાતઃકાળે પણ એવો દેખાવ નજરે પડે છે.



આકૃતિ ૪૪ મી.
ગુરૂ, શનિ, યુરેનસ, અને નેપચ્યુનની કક્ષા.

प्रकरण पांचमुं.

दूरबीन.

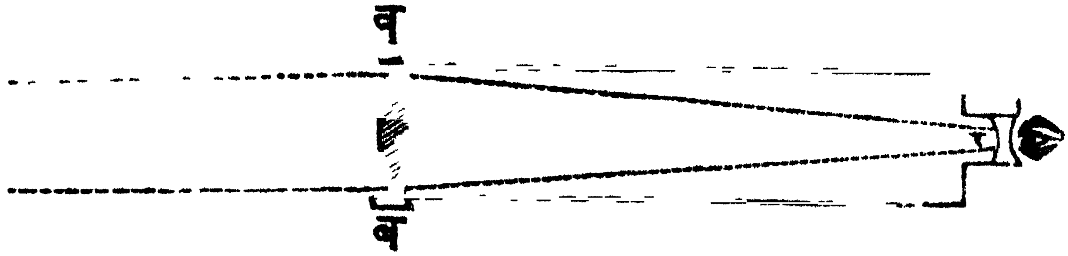
દૂરબીન શબ્દ ફારસી છે અને એનો અર્થ દૂર એટલે છેટેની અને બીન એટલે જો–દૂરની ચીજ જોવાનું યંત્ર છે. ખગોળશાસ્ત્રની અંદર દૂરબીન ઘણુંજ અગત્યનું યંત્ર છે, અને તે દરેક તરેહની નિરીક્ષામાં કામ લાગે છે. પહેલું દૂરબીન કોણે બનાવ્યું એ વિષે ઘણી તકરાર ચાલે છે પણ તેનો કંઈ નિર્ણય આવે એમ લાગતું નથી. પણ એટલું તો ખરૂં છે કે

ગૅલીલીઓએ દૂરબીન કેવી રીતે બનાવવું તથા તેનો ઉપયોગ કેવી રીતે કરવો તે બતાવ્યું હતું. ગૅલીલીઓ પોતે કહે છે કે એણે સાંભળ્યું હતું કે ફ્રાંસ કે હોલાંડમાં કોઈએ દૂરના પદાર્થો મોટા તથા પાસે દેખાય એવું યંત્ર બનાવ્યું હતું અને તે ઉપરથી એ યંત્ર કેવી રીતે બને છે તેની શોધ ખોળ કરવા એ મંડી પડયો હતો.

ઐતિહાસિક બીના તરીકે જાણવામાં આવેલું છે કે પહેલું દૂરબીન હોલાંડમાં બનાવવામાં આવ્યું હતું. પણ તેનો ફાયદો એકલી તે પ્રજાને મળે તેવા હેતુથી તેની રચના જાહેરમાં મુકવામાં આવી નહોતી. મેટીઅસ, લીપરહી અને જેનસન એ ત્રણ નામ એ સંબંધી બોલવામાં આવે છે પણ એ ત્રણમાંથી પહેલું કોણે બનાવ્યું તે ખાતરીપૂર્વક કહી શકાતું નથી. ઈ. સ. ૧૬૦૮ ના નવેંબરની બીજી તારીખે દૂરના પદાર્થો જોવા માટેના યંત્રનું પેટન્ટ લેવા માટે હોલાંડના સ્ટેટ્સ જનરલને લીપરહીએ અરજી કરી હતી. તેજ દરમ્યાન મેટીઅસે પણ એવોજ પેટન્ટ (તે યંત્ર બનાવવાનો હક) લેવા અરજી કરી હતી. બીજા દેશોમાં યંત્રની ખબર છે એવા કારણ ઉપરથી ત્યાંની સરકારે તેઓને પેટન્ટ આપવાની ના પાડી હતી પણ તેની પાસે કેટલાંક યંત્ર વેચાતા લીધાં હતાં અને તેની શોધની બીજાને ખબર ન પડે એવી રીતે છુપી રાખવાનો તેમને હુકમ કર્યો હતો.

આ ઉપરથી કોણે પહેલું દૂરબીન બનાવ્યું એ સિદ્ધ થઈ શકતું નથી. પણ ઈ. સ. ૧૬૦૮ માં હોલાંડમાં દૂરબીન જાણીતું યંત્ર હતું એ નિઃશંક છે. મેટીઅસ અને લિપરહીની અરજીઓ પછી છ મહિને ગૅલીલીઓ વેનીસમાં કંઈ કામને માટે આવ્યો હતો તે વખતે ત્યાં એને પેરિસથી એક પત્ર મળ્યો હતો જેમાં આ યંત્ર વિષે લખાણ હતું. એણે તરતજ દૂરબીન બનાવવા પ્રયત્ન કીધો અને તેમાં આટલો તો ફતેહમંદ નીવડયો કે થોડા દિવસમાં ત્રણગણી મોટી ચીજ દેખાય એવું યંત્ર એણે તૈયાર કરી બતાવ્યું. ત્યાર પછી ફ્લોરેન્સ જઈ એણે મોટા યંત્રો બનાવ્યાં અને તે વડે તેણે સૂર્ય ઉપરના ડાઘા, શુક્રની કળા, ચંદ્ર ઉપરના પહાડો, ગુરૂના ઉપગ્રહો વગેરે બતાવ્યા હતા. ગૅલીલીઓનું દૂરબીન ઘણીજ સાદી તરેહનું હતું અને તે

ફક્ત બેજ લેન્સનું બનેલું હતું. એમાંનું મોટું લેન્સ બાહ્યગોળ અને અંદરનું અંતર ગોળ નીચેની આકૃતિમાં બતાવ્યા પ્રમાણે હતું. એ બે લેન્સો નળીને બે છેડે મુકવામાં આવ્યા હતા. એક લેન્સ પર કિરણ પડે છે અને બીજા લેન્સ વતી તે પદાર્થ દેખાય છે.

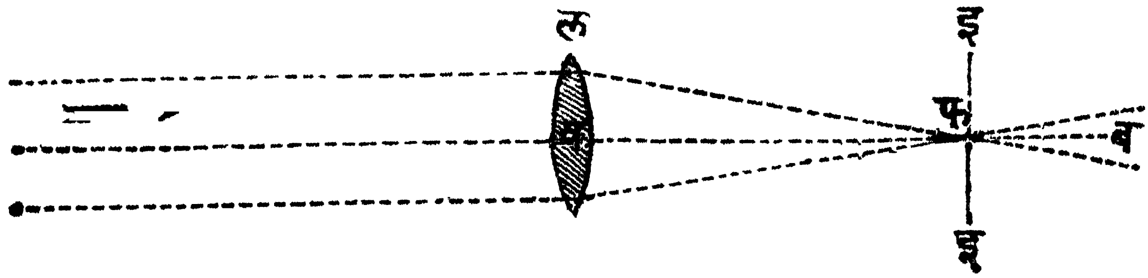


આકૃતિ ૪૫ મી.

ગૅલીલીઓનું દૂરબીન

આ બંને લેન્સ વચ્ચે એટલો અંતર રાખવામાં આવ્યો હતો કે કોઇ પણ આકાશી પદાર્થમાંથી આવતાં કિરણો મોટા લેન્સમાં થઇ ફોકસમાં આવ્યા પહેલાં અંતરગોળ લેન્સમાંથી પસાર થાય, અને આ પાછળ મૂકેલા અંતર ગોળ લેન્સમાંથી નીકળેલાં કિરણ સમાંતર બહાર નીકળતાં. ઓપેરા ગ્લાસમાં હજુ પણ એવીજ ગોઠવણ રાખવામાં આવે છે, એટલે કે તેમાં પણ બેજ લેન્સો (ગોળ ઉપસેલા કાચો) રાખવામાં આવે છે.

ગૅલીલીઓના વખત પછી દૂરબીનની રચનામાં ઘણો ફેરફાર કરવામાં આવ્યો છે. બાહ્યગોળ લેન્સ અથવા અંતર ગોળ લેન્સ ફોકસ (જે કેંદ્રમાં પ્રતિમા બને છે તે કેંદ્ર) માં જે પ્રતિમા બનાવે છે તેના ઉપર દૂરબીનનો આધાર રહેલો છે. લેન્સ પ્રકાશનાં કિરણનું વક્રીભવન કરે છે અને આરસી



આકૃતિ ૪૬ મી.

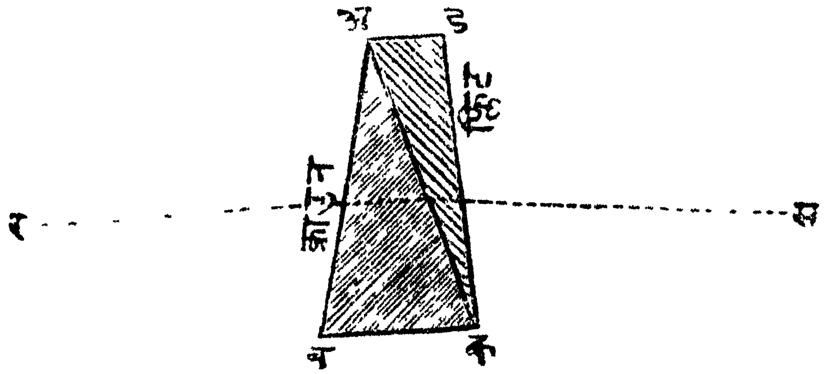
પ્રતિમા.

પ્રકાશનાં કિરણનું પરીવર્તન કરે છે. દૂરના પદાર્થમાંથી આવતાં સમાંતર કિરણો લેન્સ પર પડે છે અને તેની અંદરથી બહાર નીકળતાં તેનું વક્રીભવન થઈ ઉપર બતાવેલી આકૃતિમાં **फ** જગ્યાએ મળે છે. **फ** જગ્યા એજ જાણે પ્રકાશનું બિંદુ હોય એમ તે જગ્યાએથી પાછાં કિરણો નીકળે છે. જો એ કિરણના શંકૂમાં **ब** આગળ કોઇ આંખ મુકી જોશે તો તેને **फ** આગળ પ્રકાશનું બિંદુ દેખાશે, અગર જો કે ખરેખરૂં પ્રકાશનું બિંદુ તે જગ્યાએ નથી. **फ ब** અંતર લેન્સની ફોકલ લંબાઇ કહેવાય છે. **फ** આગળનું એ નાનું બિંદુ મોટું દેખાય માટે છેડે બીજું અંતરગોળ **ब** લેન્સ મુકવામાં આવે છે. મોટા લેન્સ વતી આકૃતિ બનાવવી અને નાના લેન્સ વડે તે આકૃતિ મોટી બતાવવી એ બેજ બાબતો દૂરબીનમાં મુખ્ય છે. મોટું લેન્સ "ઑબજેકટ ગ્લાસ" (જેના પર કિરણો પડે છે તે કાચ) અને નાનું લેન્સ "આઇપીસ" (જે કાચથી જોઈએ છીએ તે આંખ આગળનો કાચ) કહેવાય છે.

દૂરબીનથી મોટું કે નાનું દેખાય તેનો આધાર ઑબજેકટ ગ્લાસ અને આઈપીસના ગ્લાસની ફોકલ લંબાઈ પર રહેલો છે. જેમ **फ ब** વધારે તેમ આકૃતિ વધારે મોટી થાય છે, તેમજ આઈ લેન્સ (આંખ આગળનો કાચ) ની જેમ ફોકલ લંબાઈ નાની તેમ પણ આકૃતિ મોટી થાય છે. ઑબજેકટ ગ્લાસની ફોકલ લંબાઈને આઈપીસની ફોકલ લંબાઈએ ભાગવાથી કેટલા ગણો પદાર્થ મોટો દેખાય છે તે માલમ પડે છે. દાખલા તરીકે જો કોઈ ઑબજેકટ ગ્લાસની ફોકલ લંબાઈ ૩૬ ઇંચ હોય અને આઇપીસની ફોકલ લંબાઈ $\frac{૩}{૪}$ ઈંચ હોય તો તે વડે તે પદાર્થ ૪૮ ગણો મોટો દેખાશે.

ઑબજેકટ ગ્લાસની ફોકલ લંબાઈ અતિશય વધારવાથી અને આઇપીસની ફોકલ લંબાઈ અતિશય ઘટાડવાથી આકૃતિ જોઇએ તેવી ખુલ્લી દીસતી નથી. માટે અમુક હદ સુધીની ફોકલ લંબાઈના લેન્સો રાખવામાં આવે છે. આકૃતિ બરાબર દેખાવવા માટે ગૅલીલીઓ પછી ૧૫૦ વર્ષે કેટલીક શોધ થઈ. લેન્સમાંથી રંગના કિરણો કેટલીક વખતે છુટાં પડી જતાં હતાં તે અડચણ ડોલોન્ડ નામના એક અંગ્રેજી ઓપટીશીઅને (ચશ્માનું

કામ કરનાર) દૂર કરી હતી. પ્રકાશ વિક્ષેપ થતો અટકાવવાને તેણે બે જુદી જુદી જાતના કાચના લેન્સ બનાવવાની યોજના શોધી કહાડી, જેથી કિરણો વિક્ષેપ થાય નહીં પણ તેનું સિધુ વક્રીભવન થઈ શકે. જ્યારે આપણે હાંડી ઝુમરોને લટકાવેલા હીરા પર તડકો જોઇએ છીએ ત્યારે આપણને માલમ પડે છે કે લટકતા હીરાને લીધે તેજના બધા રંગો છૂટા પડે છે. એ રંગો લેન્સમાંથી નીકળતા અટકાવવા એજ મોટી અડચણ દૂરબીન બનાવનારને નડતી હતી. એ હીરાઓ એક જાતના પ્રકાશ વિક્ષેપ યંત્ર છે. એ રંગો કોઈ હીરાના પોતાનાજ નથી પણ સફેદ કિરણનું વિક્ષેપપણું છે, નીચલી આકૃતિમાં **अ ब क** અને **अ क ड** એવા બે પ્રિઝમ (ત્રિકોણાકાર હીરા જેવા કાચના કટકા) ગોઠવેલા છે. હવે જો



આકૃતિ ૪૭ મી.

કોઈ કિરણ **र स** આવા બંને પ્રિઝમમાં થઈ બહાર નીકળે તો બંને પ્રિઝમ એક બીજાની શક્તિને નાબુદ કરે છે એટલે તે કિરણના રંગ છુટા પડવા દેતા નથી. બંને પ્રિઝમની વક્રીભવન શક્તિ અને વિક્ષેપ શક્તિમાં જેટલો ફેર છે તે પ્રમાણે કિરણનું વક્રીભવન અને વિક્ષેપ થાય છે. ઉપલી આકૃતિમાં વિક્ષેપ શક્તિ બંનેની સરખી છે તેથી વિક્ષેપ થતો નથી કારણ કે બંને ઉલટી દિશામાં ગોઠવેલાં છે. જો બંને પ્રિઝમો એકજ કાચનાં બનાવેલાં હોય અને બંનેના ખુણા એકજ સરખા હોય તો વક્રીભવન તેમજ વિક્ષેપ થશે નહિ. પણ આપણને તો વક્રીભવન જોઈએ છે અને વિક્ષેપ જોઈતો નથી માટે બંને પ્રિઝમ જુદી જુદી જાતના કાચના બનાવવામાં આવે છે.

યુલર અને ડોલોન્ડે સિદ્ધ કરી બતાવ્યું કે જાડા ફ્લિંટ ગ્લાસની

વિક્ષેપ શક્તિ ક્રાઉન ગ્લાસ કરતાં બમણી છે અને બંનેની વક્રીભવનની શક્તિ લગભગ સરખી છે. તેથી જો **अ ब क** પ્રિઝમ ક્રાઉન ગ્લાસનું હોય, **अ क ड** પ્રિઝમ ફ્લિંટ ગ્લાસનું હોય અને ફ્લિંટનો **क** ખુણો ક્રાઉન ગ્લાસના **अ** ખુણા કરતાં અડધો હોય તો બંનેની વિક્ષેપ શક્તિ એક બીજાને નાબુદ કરશે અને કિરણ સિંધુ એની મેળે નીકળશે. પણ ક્રાઉન પ્રિઝમનો ફ્લિંટ પ્રિઝમ કરતાં બેવડો ખુણો છે તેથી ક્રાઉન પ્રિઝમની વક્રીભવન શક્તિ વધારે છે. આવી ગોઠવણથી કિરણ વિક્ષેપ થતાં નથી પણ તેનું જોઇએ તેવું વક્રીભવન થાય છે.

આ નિયમ ઉપરજ દૂરબીનના ઑબજેક્ટ ગ્લાસના લેન્સો બનાવવામાં આવે છે. ક્રાઉન ગ્લાસનું બાહ્યગોળ લેન્સ ગ્લાસના અંદર ગોળ લેન્સ જોડે રાખવામાં આવે છે અને ફ્લિંટ ગ્લાસના અંતરગોળ લેન્સનો ગોળાકાર પહેલાથીજ અડધો રાખવામાં આવે છે. આવી જાતના બે એકઠા કરેલા લેન્સો " એક્રોમેટીક ઑબજેક્ટિવ " કહેવાય છે. આ નીચલી આકૃતિમાં ક્રાઉન ગ્લાસવાળું લેન્સ અને ફ્લિંટ ગ્લાસનું લેન્સ બે જોડે ગોઠવેલા છે. અને તે બંને એક બીજામાં બેસે છે. ક્રાઉન ગ્લાસ પર કિરણ પડી ફ્લિંટ ગ્લાસમાંથી નીકળી તે કિરણ બહાર આવે છે. ફ્લિંટ ગ્લાસના લેન્સની બહારની બાજુ ચપટી છે. બંને લેન્સોને બેલસમ અથવા એરંડીઆથી જોડી દેવામાં આવે છે. કેટલાક સારા દૂરબીનમાં આ પ્રમાણે બેને જોડી દેવામાં આવતા નથી પણ બેની વચ્ચે અંતર રાખવામાં આવે છે. લીકના દૂરબીનમાં બેની વચ્ચે ૬½ ઈંચનો અંતર રાખવામાં આવ્યો છે.

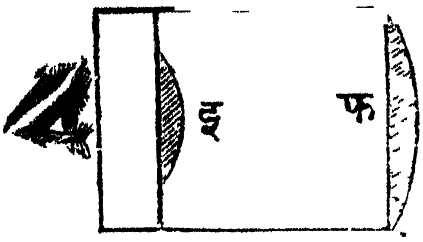


આકૃતિ ૪૮ મી.
એક્રોમેટિક લેન્સ.

ઑબજેક્ટ ગ્લાસની માફક આઇપીસ પણ બે કાચની બનેલી હોય છે. એક કાચથી પણ જોઇ શકાય છે પણ બીજા કાચથી આકૃતિ વધારે સારી દેખાય છે. નીચલી આકૃતિમાં આઇપીસની રચના બતાવી છે અને તેમાંનું આગલું લેન્સ ફિલ્ડ લેન્સ કહેવાય છે.

દૂરબીન બે તરેહનાં છે—એકને રીફ્રૅક્ટિંગ (જેમાં કિરણનું વક્રીભવન

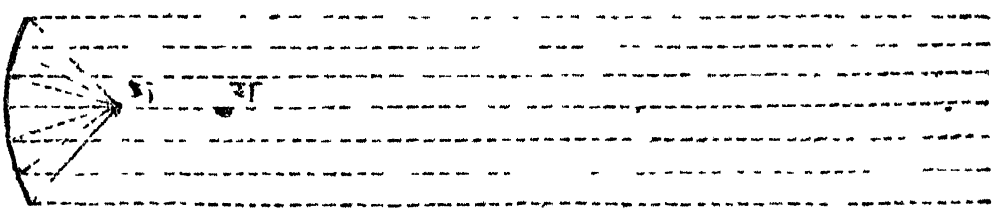
થાય છે.) દૂરબીન અને બીજાને રીફ્લેકટિંગ (જેમાં કિરણનું પરીવર્તન થાય છે.) દૂરબીન કહે છે. આગળ જે દૂરબીનનું વર્ણન કરેલું છે તે રીફ્રેકટિંગ દૂરબીન કહેવાય છે અને તેની અંદર કિરણનું વક્રીભવન થાય છે. હવે જે દૂરબીન વિષે વર્ણન કરીશું તે રીફ્લેકટિંગ દૂરબીન છે અને તેમાં કિરણનું પરીવર્તન થાય છે.



આકૃતિ ૪૯ મી.
આઇપીસ.

रीफलेकटिंग दूरबीन.

આ દૂરબીનની શોધ પહેલી કોણે કરી તે સવાલનો પણ હજુ નિર્ણય થયો નથી. પણ સર આઇસેક ન્યુટને એ પહેલું વપરાશમાં દાખલ કરેલું છે તે નિર્વિવાદ છે. વિક્ષેપની જે અડચણ નડતી હતી તે દૂર કરવાને આવું દૂરબીન એણે બનાવ્યું હતું. જો દૂરના પદાર્થના સમાંતર કિરણો અંતરગોળ (આરસી કાચની હોય છે એમ નથી. કોઇ પણ ધાતુને પાલીસ કરવાથી તે આરસીનું કામ કરે છે. ફારસી શબ્દ આયનો છે જે બતાવે છે કે અસલ લોખંડના પતરાને પાલીસ કરી આરસી તરીકે વાપરવામાં આવતું.) આરસી પર પડે તો તેનું પરીવર્તન થઇ फ બિંદુએ તે પાછા મળે છે. બધાંજ કિરણો એકજ કેંદ્રમાં મળે માટે એવી આરસીનો ગોળાકાર પેરેબોલાનો ભાગ હોય છે. દૂરબીનની અંદર જે આરસી હોય છે તેને સ્પેકયુલમ કહે છે.

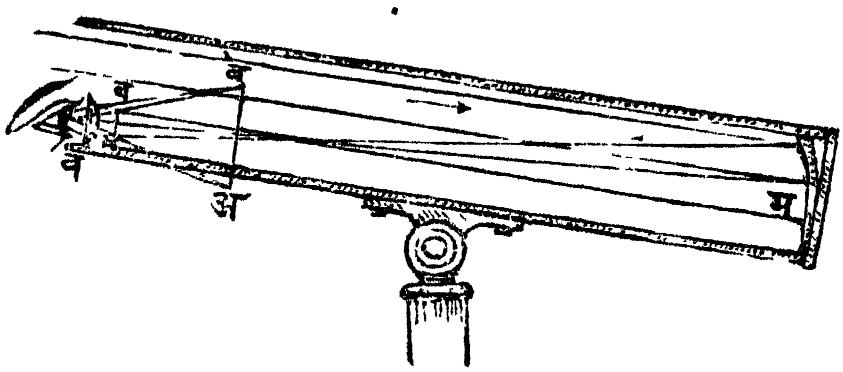


આકૃતિ ૫૦ મી.
સ્પેકયુલમ પર પડતાં કિરણો.

આવા દૂરબીનમાં સ્પેકયુલમની બાજુએજ પ્રતિમા પડે છે એટલે પ્રતિમા જોતાં અડચણ પડે છે. પણ તે અડચણ જુદી જુદી રીતે દૂર કરવામાં આવી છે.

हर्शलीअन दूरबीन.

હર્શેલે જે તરેહનું દૂરબીન બનાવ્યું તે નીચે પ્રમાણે છે. એની અંદર આરસી જરા વાંકી મુકવામાં આવે છે જેથી પ્રતિમા નળીના મધ્ય ભાગમાં બનવાને બદલે નીચલી આકૃતિમાં બતાવ્યા પ્રમાણે એક બાજુએ ખુણા પર થાય છે.



આકૃતિ ૫૧ મી.

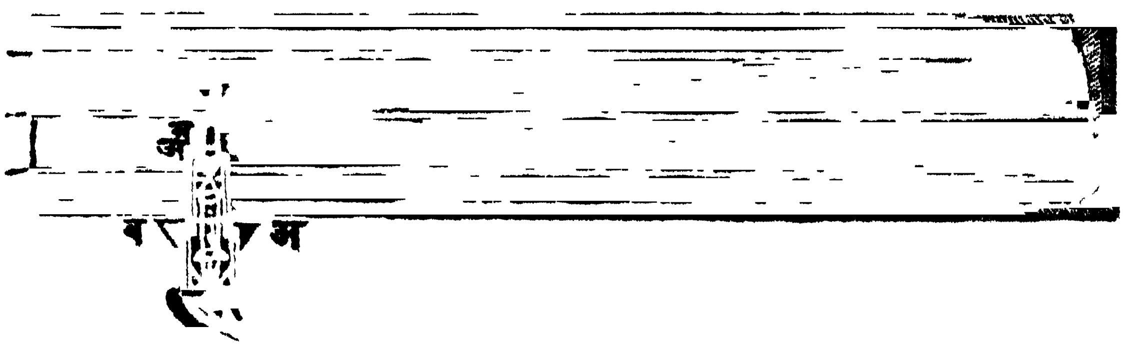
હર્શેલીઅન દૂરબીન.

આવી ગોઠવણથી જોનારને નળીની અંદર માથું ઘાલવું પડતું નથી. જોતી વખતે જોનાર આદમી નળીના મોં આગળ પદાર્થની બાજુએ પીઠ રાખી ઉભો રહે છે; પણ જ્યારે કિરણોનું પરાવર્તન એકજ બાજુએ થાય છે ત્યારે તે બરાબર કેંદ્રમાં આવી શકતા નથી અને જોઇએ તેવી પ્રતિમા ઉઠતી નથી તેથી આ તરેહનું દૂરબીન હાલ વપરાશમાં નથી.

न्युटोनीअन दूरबीन.

ન્યુટોનીઅન દૂરબીનમાં નળીના મધ્ય ભાગમાં દૂરબીનને ૪૫° અંશે નાની આરસી મુકવામાં આવે છે જેથી કિરણો નળીની બાજુપર પડે અને ત્યાં કેદ્રમાં આવે. એટલા માટે નળીની બાજુમાં કેંદ્રની નીચે એક બાકું રાખવામાં આવે છે ને ત્યાં આઇપીસ મુકીને પ્રતિમા જોવામાં આવે છે. આ ગોઠવણમાં વચ્ચે આરસી મુકવાથી થોડું તેજ બધ થઇ જાય છે. પ્રોફેસર હેન્રી ડેપરે તે અડચણ નીચલી આકૃતિ પ્રમાણે આરસીને બદલે વચ્ચે

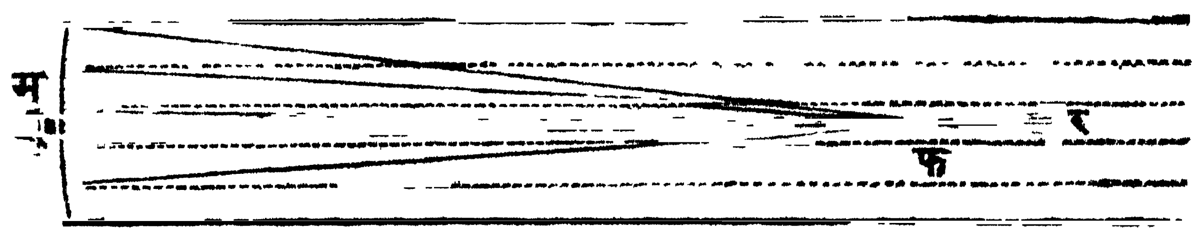
પ્રિઝમ રાખી દૂર કરી છે અને તેથી જોવાનું વધારે સુગમ પડે છે.



આકૃતિ પર મી. ન્યુટોનીઅન દૂરબીન.

ગ્રેગોરીઅન દૂરબીન.

જેમ્સ ગેગરી નામના આદમીએ કેંદ્રની પછાડી र આરસી ગોઠવી તેના કિરણોનું પરાવર્તન પાછું નળીમાંજ કરાવ્યું છે. એની અંદર મોટી આરસી म ના મધ્ય ભાગમાં એક બાકું રાખેલું છે અને નાની આરસી र ને એવી રીતે ગોઠવવામાં આવે છે કે પ્રતિમા આ મોટી આરસીના છિદ્રની અંદર ઉઠે છે. તે પ્રતિમા ત્યાં જોવાને ત્યાં આઇપીસ રાખવામાં આવે છે.

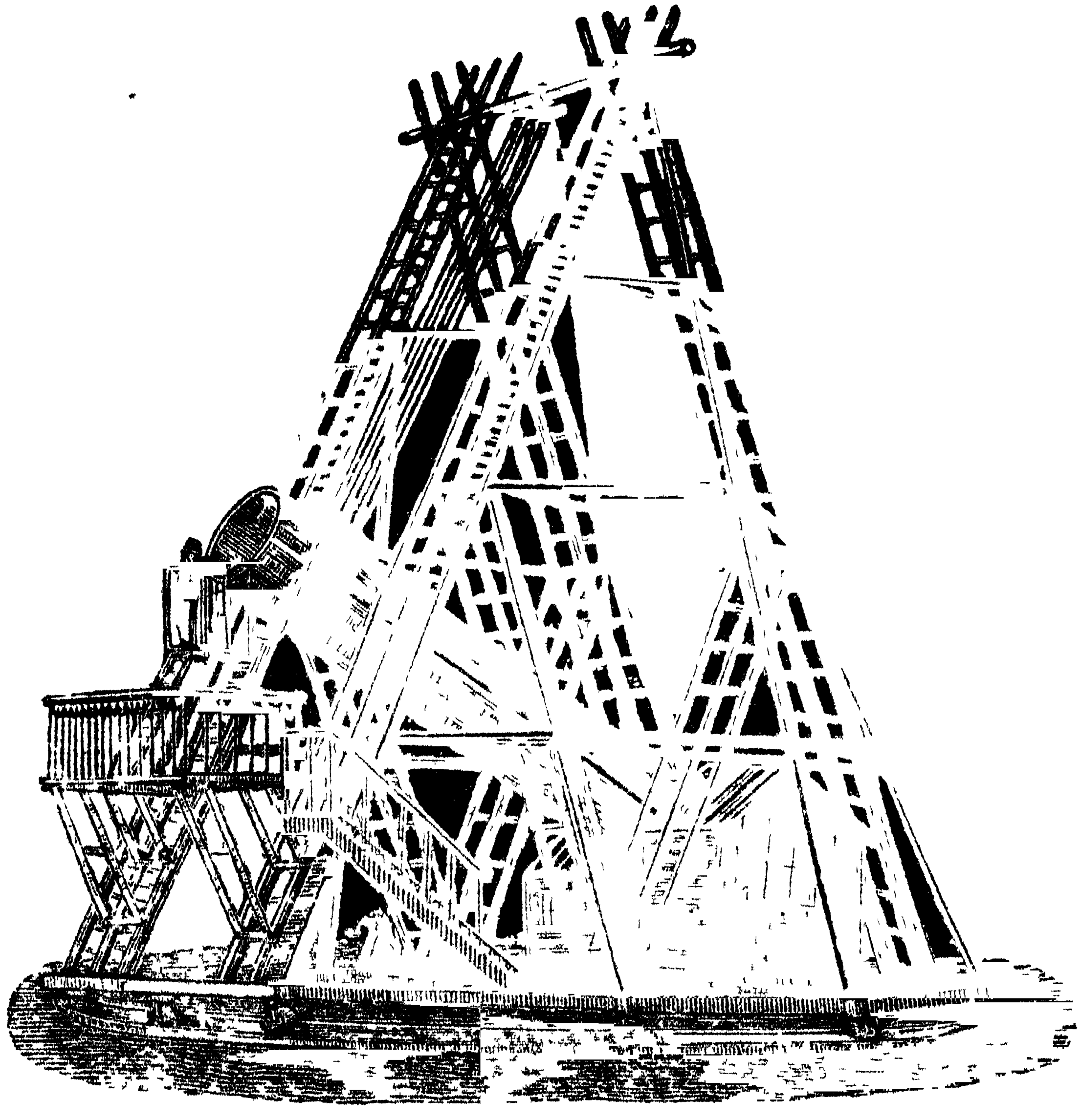


આકૃતિ ૫૩ મી. ગ્રેગોરીયન દૂરબીન.

ન્યુટોનીઅન દૂરબીન કરતાં ગ્રેગોરીઅન દૂરબીન ઉતરતું છે, પણ ન્યુ-ટોનીઅન દૂરબીનમાં મોટી અડચણ એ છે કે જોનાર માણસને નળીના મોં આગળ ઉભું રહેવું પડે છે અને જો નળી ૫૦ ફુટ લાંબી હોય તો જોનાર માણસને છેક ૫૦ ફૂટની ઉંચાઇએ ઉભું રહેવું પડે છે.

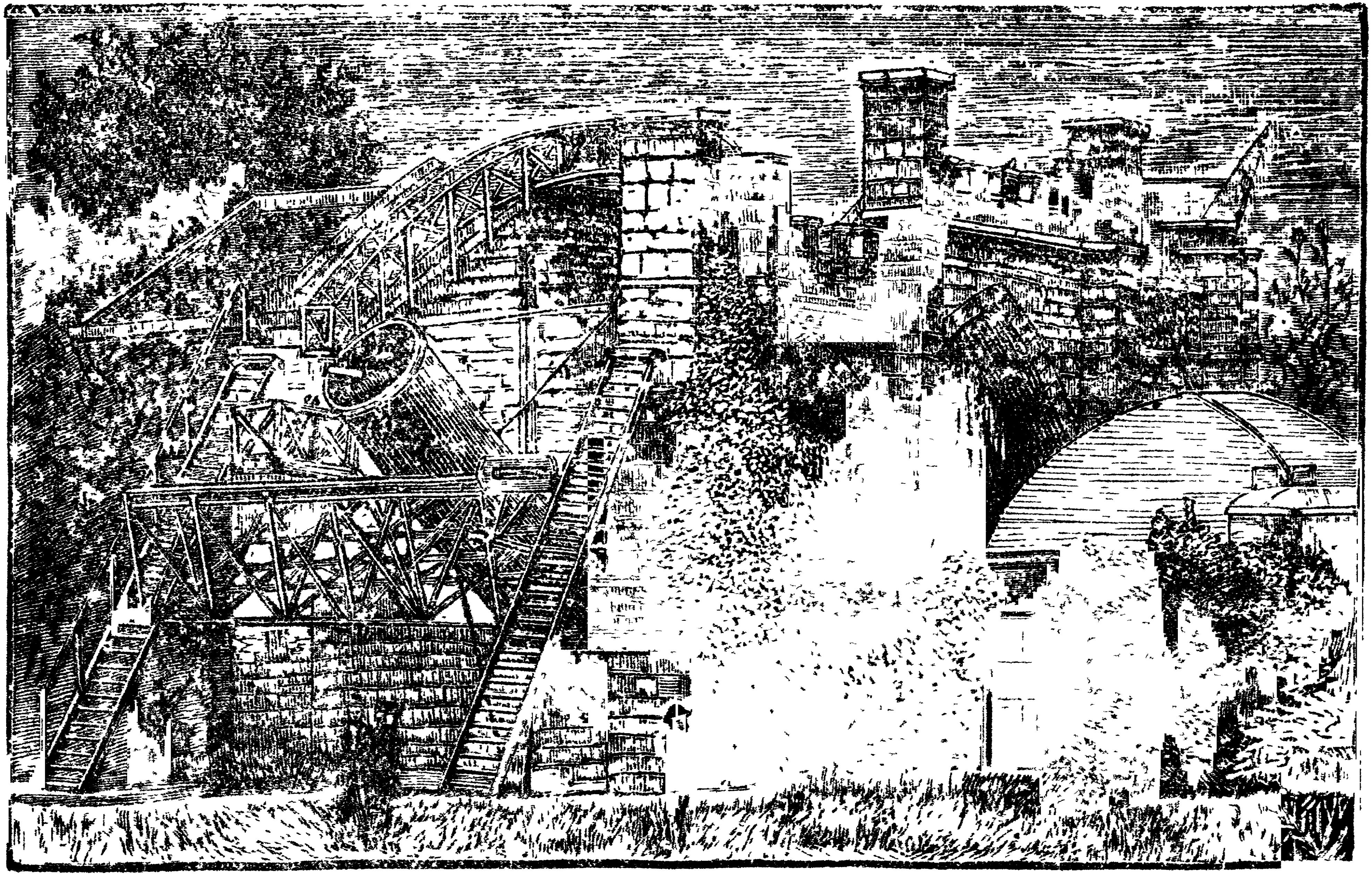
વિલિયમ હર્શલે આવા રીફ્લેક્ટિંગ દૂરબીનની મદદથીજ યુરેનસ નામનો ગ્રહ શોધી કાઢ્યો હતો. તે દૂરબીનનું મોં ૨ ફૂટ વ્યાસનું હતું અને લંબાઈ ૨૦ ફૂટ હતી. જે મોટામાં મોટું દૂરબીન એણે બનાવ્યું તે ૪૦ ફૂટ લાંબુ અને ૪ ફૂટના વ્યાસનું હતું. હર્શલે જોયું કે આથી વધારે વધારે મોટું દૂર-

બીન બનાવવામાં ફાયદો નથી, કારણ કે આ વડે જોનાર માણસને ૩૦ થી ૪૦ ફૂટની ઉંચાઇએ ઉભા રહેવું પડે છે. વળી લખવા વગેરે માટે ચીજો રાખવાને એક ઓરડા જેટલી જગ્યા જોઇએ, અને તેવા ઓરડાને ઊંચો નીચો લઈ જવો બહુ મુસ્કેલ કામ હતું. વળી રાતના ઉષ્ણુતા માનમાં ફેર-ફાર થવાથી આરસી બગડવાનો પણ સંભવ રહે છે. તેથી હર્શેલ માત્ર પોતાનું ૨૦ ફૂટ લાંબુ દૂરબીનજ સાધારણ રીતે રોજ વાપરતો.



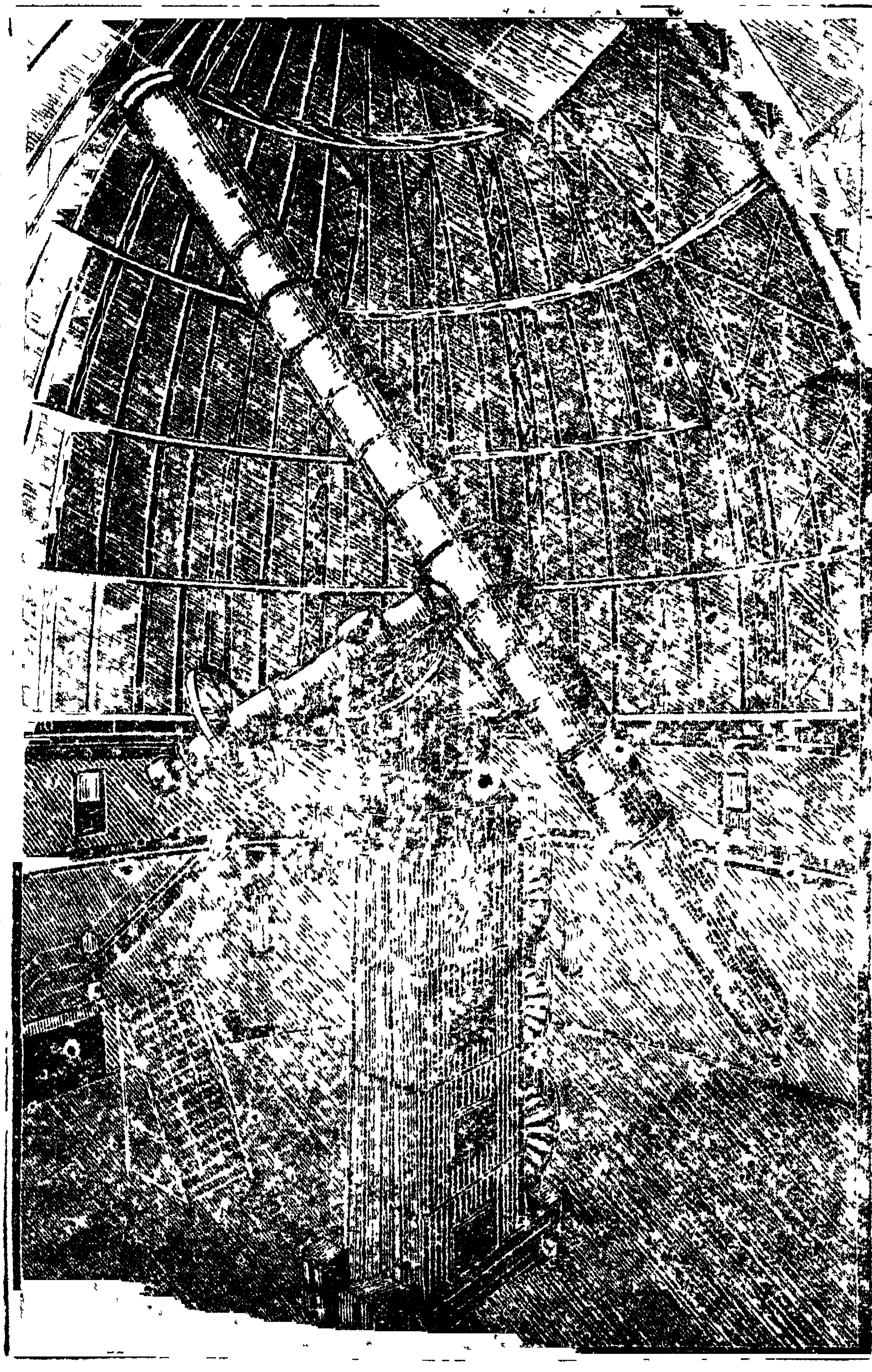
આકૃતિ ૫૪ મી.
વિલિયમ હર્શેલનું દૂરબીન.

અર્લ ઑફ રોસનું દૂરબીન જે આયર્લાંડના પારસન્સ ટાઉનની અંદર છે તે એક ઘણું જ મોટું રીફ્લેક્ટિંગ દૂરબીન છે. એના સ્પેક્યુલમનો વ્યાસ ૭ ફૂટ છે અને તેની ફોકલ લંબાઈ ૫૪ ફૂટ છે. આજે પૃથ્વી પર મોટામાં મોટું રીફ્લેક્ટિંગ દૂરબીન આ છે.



આકૃતિ ૫૫ મી. રોસનું દૂરબીન.

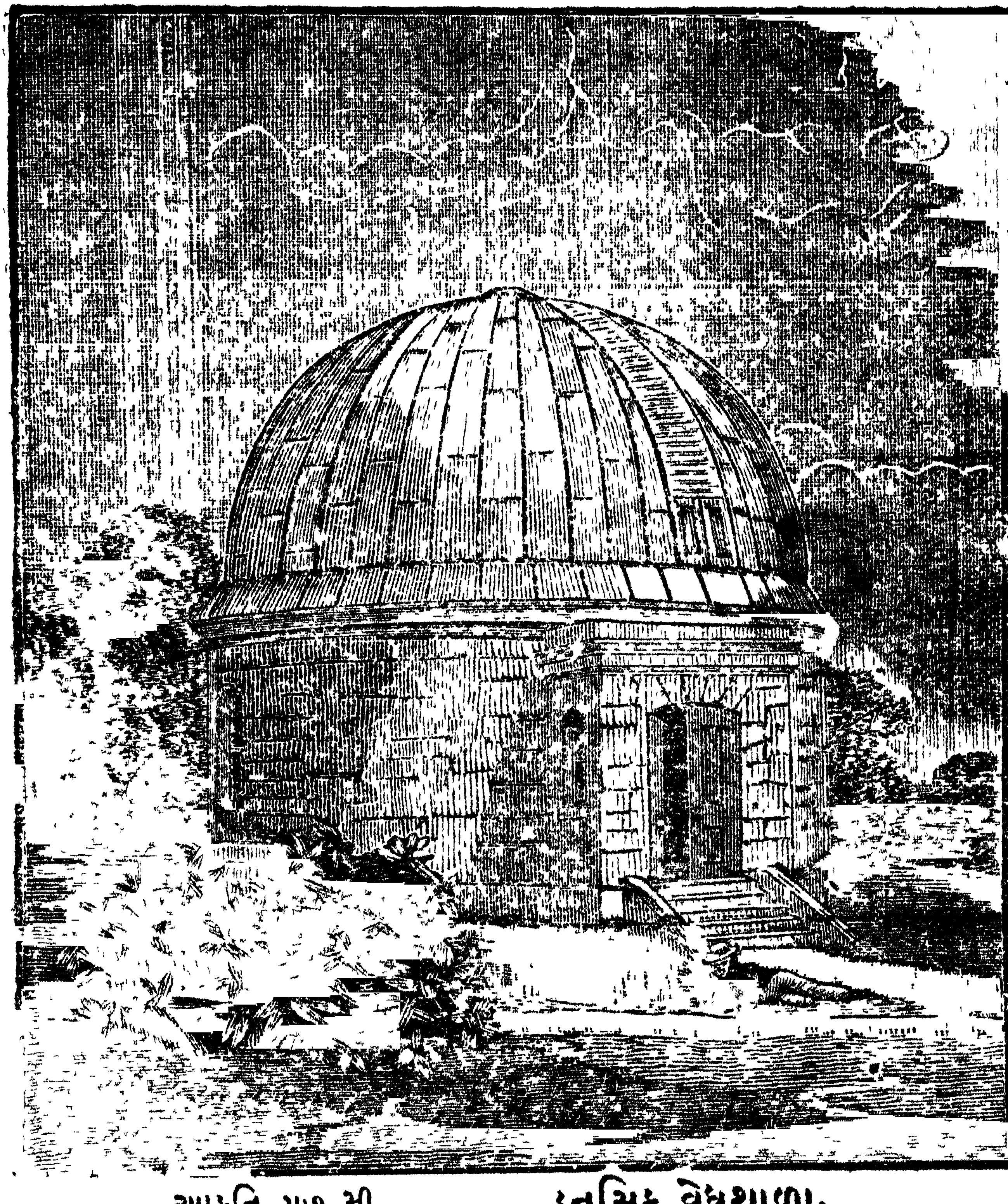
મોટામાં મોટું રીફ્રેક્ટિંગ દૂરબીન લિકની વેધશાળામાં છે તેનું લેન્સ ૩૬ ઇંચનું છે અને તેની નળી ૮૦ ફૂટ લાંબી છે. લિક નામના વેપારીએ આ વેધશાળા બંધાવવા પૈસા આપ્યા હતા. જે જગ્યા ઉપર એને દાટવામાં આવ્યો છે તેજ જગ્યા ઉપર વેધશાળા બાંધી દુનીઆનું આ મોટામાં મોટું દૂરબીન મુકવામાં આવ્યું છે.



આકૃતિ ૫૬ મી. લિક દૂરબીન.

વેધશાળા.

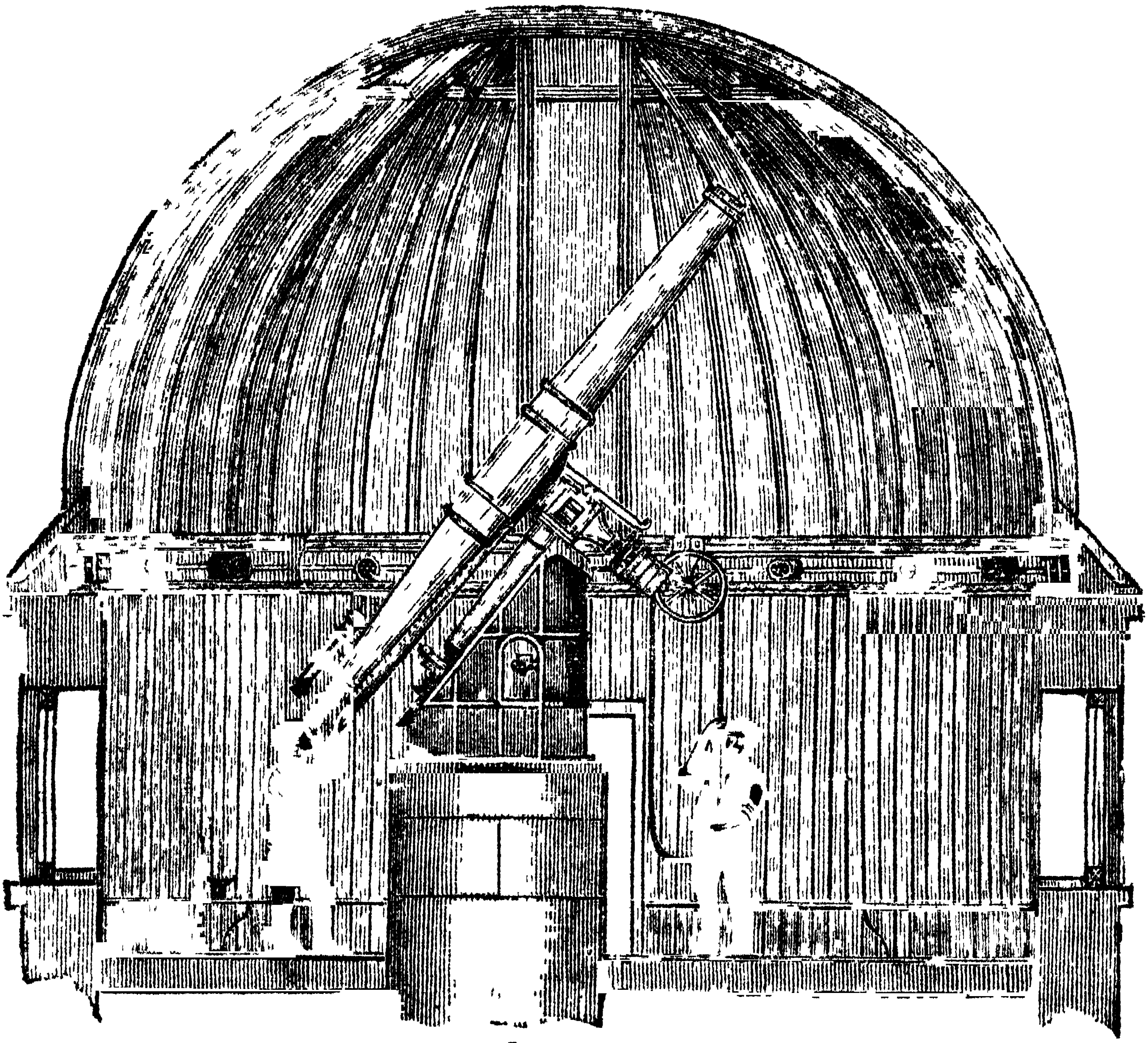
આકાશમાં નિરીક્ષા બરાબર થાય તે માટે વેધશાળા હમેશાં ઉંચી



આકૃતિ ૫૭ મી. ડનસિક વેધશાળા.

જગ્યાએ બાધવામાં આવે છે. નીચે એક વેધશાળાનું ચિત્ર આપેલું છે. તેનું

મકાન ગોળ બાંધેલું છે અને તેના ઉપર અડધું ગોળ (ઘુમટ) છાપરૂં છે. એ ઘુમટની અંદર એક બારી છે જે જ્યારે જોવું હોય ત્યારે ખોલવામાં આવે છે. એ ઘુમટ ફરતો હોય છે એટલે જે બાજુએ જોવું હોય તે બાજુએ ફેરવીને બારી લઈ જવામાં આવે છે.



આકૃતિ ૫૮ મી.

ડનસિંક વેધશાળાનો મધ્ય ભાગ.

૫૭ મી આકૃતિમાં એક માણસ ઉભો રહી તે કેવી રીતે ઘુમટને તથા દૂરબીનને ફેરવે છે તે દેખાય છે. જોનાર આદમી આઈપીસ આગળ આંખ ધરી રહ્યો છે ને બીજે હાથે લાકડીએ વતી દૂરબીનને પોતાને ઠીક પડે તેમ

ગોઠવે છે. આ આકૃતિમાંના ઑબજેક્ટ ગ્લાસના લેન્સો બાર ઈંચના વ્યાસના છે.

दूरबीननी संभाळ.

દૂરબીન વાપરતાં નીચલી બાબત પર ધ્યાન આપવું અવશ્યનું છે.

૧. જો કોઈ દૂરબીન સાથે ઘણા આઇપીસો આપેલા હોય તો પહેલાં છેક હલકી શક્તિનું આઇપીસ વાપરવું. જો પદાર્થ ચોખ્ખો દેખાતો હોય તો પછી વધારે શક્તિનું વાપરી જોવું હોય તો જોવું.

૨. ધુમકેતુ અને નિહારિકા માટે ઓછી શક્તિનું દૂરબીન વાપરવું.

૩. જોતાં હોઇએ ત્યારે દૂરબીનને અડકવું નહિ, કારણ કે તેથી દૂરબીન હાલે છે.

૪. જ્યાં સુધી પ્રતિમા ખુલ્લી દેખાય ત્યાં સુધી આઇપીસને અંદર બહાર લઈને પદાર્થને બરાબર કેંદ્રમાં લાવવો. જુદા જુદા માણસોનું ફોકસ (કેંદ્ર) જુદું હોય માટે દરેક માણસે પોતાને બરાબર દેખાય એવી રીતે આઇપીસને ગોઠવવું.

૫. ઑબજેક્ટ ગ્લાસને કોઇ પણ પદાર્થથી ઘસવો નહીં. જો ગીરદ લાગતી હોય તો ઊંટના બાલની પીંછી વતી તે કાચ સાફ કરવો. જો સહેજ સાજ ગીરદ હોય તો રેશમી કપડાવતી સાફ કરવી.

૬. આઇપીસ હમેશાં સાફ રાખવા.

प्रकरण छठुं

अंदरना ग्रहो.

આપણે પૃથ્વી, ચંદ્ર, સૂર્ય, સૂર્યમાળા અને દૂરબીન વિષે વાંચી ગયા. દરેક કેવી રીતે ઉપયોગી છે તે પણ જાણ્યું માટે હવે અંદરના ગ્રહો શું છે, તે કેવા છે વગેરે જોઇશું. આગળ કહ્યું છે તેમ લઘુ ગ્રહની કક્ષાની અંદર ફરતા ગ્રહોને કેટલાક અંદરના ગ્રહો કહે છે ને કેટલાકો પૃથ્વીની

કક્ષાની અંદર ફરતા ગ્રહોને અંદરના ગ્રહો કહે છે. આપણે બીજા વિભાગ પ્રમાણે બુધ અને શુક્રને અંદરના ગ્રહો કહીશું અને તે પ્રમાણે તેનાં વર્ણન કરીશું.

બુધ.

સૂર્યની નજદીકનો ગ્રહ, બુધ છે. એનો વ્યાસ ૩૦૦૦ માઇલિ છે. સૂર્યથી એનું સરાસરી અંતર ૩,૬૦,૦૦,૦૦૦ માઇલિ છે પણ કોઈ વખત એ સૂર્યથી આથી વધારે અંતરે હોય છે અને કોઈ વખત એ આથી ઓછે પણ અંતરે હોય છે. એનો વધારેમાં વધારે અંતર ૪,૩૦,૦૦,૦૦૦ માઇલિ અને ઓછામાં ઓછો અંતર ૨,૯૦,૦૦,૦૦૦ માઇલિ છે. કોઈ પણ ગ્રહનો સરાસરી અંતર વધારેમાં વધારે અંતરના માઇલિ અને આછામાં ઓછા અંતર માઇલિના સરવાળાને બેએ ભાગવાથી નીકળે છે. આ બે અંતરની વચ્ચે આટલા બધા ફેરને લીધે એની કક્ષા ઘણીજ લંબગોળ દીસે છે. બીજા બધા ગ્રહોની કક્ષા લગભગ વર્તુલ જેવી જ દીસે છે પણ આની કક્ષા તો બહુજ લંબગોળ દીસે છે.

અસલના વખતમાં ખગોળ શાસ્ત્રીએ બુધને કેવી રીતે શોધી કહાડયો હશે ? તે લોકો પાસે યંત્ર નહોતાં ને આ ગ્રહ ફક્ત થોડો વખત સવારે અને થોડો વખત સાંજે દેખાય છે. આજે પણ બુધને જોવો એ ઘણું મુસ્કેલ કામ છે, કારણ કે પશ્ચિમની કે પૂર્વનીજ દૃષ્ટિમર્યાદા પર સાંજે કે સવારે દેખાય છે અને તે વખતે ત્યાં ધુમસ હોય છે. કેટલાએક તો એને જોઈ પણ શકયા નથી. કોપરનિકસ નામનો મોટો ખગોળ શાસ્ત્રી થઈ ગયો છે તેણે આ ગ્રહ જોવા માટે ઘણીજ મહેનત કરી હતી પણ તે મરતાં લગી જોવાને શક્તિમાન થયો નહોતો.

ધરી પર ફરવાનો વખત અને પ્રદક્ષિણાનો વખતઃ—બુધને સૂર્યની પ્રદક્ષિણા કરતાં ૮૮ દિવસ લાગે છે, એટલે કે આપણા વર્ષ કરતાં તેનું વર્ષ ચોથે ભાગે પણ નથી. આપણું એક વર્ષ થાય એટલે તો બુધના પર ચાર વર્ષ થશે.

કેટલા વખતમાં બુધ પોતાની ધરી પર ફરી રહે છે એ વિષે જુદા

જુદા મતો છે. અગાઉ એવું ધારવામાં આવતું હતું કે બુધ પોતાની ધરી પર આશરે ૨૪ કલાકમાં ફરી રહે છે, પણ શાયેપરેલી નામનો ઇટાલીનો એક ખગોળશાસ્ત્રી ઘણા વર્ષ સુધી આ ગ્રહની નિરીક્ષા કરી એવા નિર્ણય પર આવ્યો છે કે ચંદ્રની માફક બુધની પ્રદક્ષિણાનો અને ધરી પર ફરવાનો વખત એકજ છે અને ચંદ્રની માફક એની એકજ બાજુ સૂર્યની તરફ રહે છે. પરિસિવલ લોવેલ નામનો અમેરિકાનો પણ એક પ્રસિદ્ધ ખગોળ શાસ્ત્રી એજ નિર્ણય પર આવેલો છે. આ આદમી કહે છે કે બુધની ધરી એના કક્ષાના માર્ગની સપાટીને લગભગ કાટખુણે આવેલી છે.

નરી આંખે અને દૂરબીનમાં તેનો દેખાવ—બુધ એટલો બધો સૂર્યની પાસે છે અને એટલો થોડો વખત (સૂર્યાસ્ત પછી દોઢ કલાક અથવા સૂર્યોદય પહેલાં દોઢ કલાક) તે જણાય છે કે એને જોવો એ ઘણું મુશ્કેલ કામ છે. અને જોવાને સૈાથી સરસ વખત જ્યારે માર્ચ અથવા એપ્રિલમાં એ સાંજે દેખાતો હોય ત્યારે છે. તે વખતે તે પશ્ચિમની દૃષ્ટિમર્યાદા પર તેજસ્વી તારા જેવો દેખાય છે. જ્યારે એ ગ્રહને દૂરબીન વતી તાકીને જોવામાં આવે છે ત્યારે માલમ પડે છે કે ચંદ્રની માફક બુધ પણ ઓછો વધતો પ્રકાશિત દેખાય છે. આ દેખાવનું કારણ એ છે કે ચંદ્રની માફક બુધને પણ પોતાનું તેજ નથી અને તેમજ બીજા ગ્રહોને પણ પોતાનું તેજ નથી. ચંદ્ર જેમ સૂર્યનાં કિરણના પરિવર્તનને લીધે પ્રકાશે છે તેમજ ગ્રહો પણ સૂર્યનાં કિરણના પરિવર્તનને લીધે પ્રકાશે છે. યોગ પછી ચંદ્રની માફક એ પણ અડાયા જેવો દેખાય છે અને ઉત્તમ યોગ વખતે પૂનેમના ચંદ્રની માફક પૂર્ણ દેખાય છે પણ ઉત્તમ યોગ વખતે સૂર્યની સાથે સરખાવતાં એની સ્થિતિ એવી હોય છે કે તે વખતે એ બીલકુલ દેખાતોજ નથી. તે વખતે એનો ઉદય અને અસ્ત થવાનો વખત સૂર્યને ઉદય અને અસ્ત થવાનો છે. કેટલીક વખતે એના બિંબ પર ઝાંખા કાળા ડાઘા જોવામાં આવે છે પણ તે શું છે તે નક્કી કહી શકાતું નથી. કદાચ ચંદ્રની માફક તે ખુલ્લાં મેદાન હોય અથવા દરીઆ હોય અથવા તળાવ પણ હોય. પ્રકાશ વિક્ષેપ યંત્રથી એવું માલમ પડે છે કે આ ગ્રહ પર પાણીની

વરાળ છે અને તે ઉપરથી એવું અનુમાન થાય છે કે હવા અને પાણી બન્ને આ ગ્રહ ઉપર હોવાં જોઇએ. પણ આપણા જેવાં મનુષ્ય રહી શકે એવી હવા એ ઉપર માલમ પડતી નથી. જ્યારે આ ગ્રહ સૂર્યથી વધારેમાં વધારે અંતરે હોય છે ત્યારે આપણે પૃથ્વી પર સૂર્યની ગરમી પડે છે તેના કરતાં ચારગણી ગરમી ત્યાં પડે છે અને જ્યારે વધારે પાસેમાં પાસે હોય છે તે વખતે આપણી પૃથ્વી કરતાં નવગણી ગરમી પડે છે. અહીં અમદાવાદ જેવી જગ્યાએ ૧૦૦° થી ૧૧૫° અંશ ગરમી પડે છે ત્યારે આપણે કહીએ છીએ કે તાપ સખત પડે છે તો જ્યારે ૯૦૦° અંશ ગરમી હોય ત્યારે તો કહેવુંજ શું ? માટે આપણી કાયા જેવા મનુષ્યો ત્યાં રહી શકે એ બનવું તદન અશક્યજ છે.

ગ્રહોનું વજન શોધી કહાડવું એ ઘણું મુશ્કેલ કામ છે પણ ખગોળ શાસ્ત્રીઓ એક ગ્રહ પર બીજો આકાશી પદાર્થ કેટલું આકર્ષણ કરે છે તે પરથી ગ્રહનું વજન શોધી કહાડે છે. એંકી નામના ખગોળ શાસ્ત્રીએ એક ધૂમકેતુ શોધી કહાડયો છે, જે એંકીના ધૂમકેતુ નામે ઓળખાય છે. એ ઘણોજ ઝાંખો છે અને દૂરબીનની મદદ વગર જોઈ શકાતો નથી. એ ધૂમકેતુ ત્રણ વર્ષે દેખાય છે, અને એની મદદથી બુધનું વજન શોધી કહાડવામાં આવ્યું છે.

એક વખત એક ખગોળશાસ્ત્રી અને એક ગણિતશાસ્ત્રી બંને ગાઢા મિત્ર હતા, અને તેઓ એક બીજાને કામકાજમાં ઘણીજ મદદ કરતા. ખગોળશાસ્ત્રી એંકીના ધૂમકેતુની નિરીક્ષા કરવામાં રોકાયો હતો. જ્યારે તે ધૂમકેતુ દેખાતો, ત્યારે દરેક રાતે તેનું સ્થાન તે ખગોળશાસ્ત્રી ક્યાં હતું તે લખી રાખતો અને પછી જે કંઈ જોતો તે પોતાના મિત્રને કહેતો. આ ખબર ઉપરથી ગણિતશાસ્ત્રી પોતાની પેનસીલ લઇ ટેબલ પર બેસી મોટા આંકડાઓ ગણતો અને તે ઉપરથી એંકીનો ધૂમકેતુ ક્યાં ક્યાં અને ક્યારે ક્યારે ફરશે એ શોધી કહાડતો. એની ગણત્રી ખરી છે એમ સિદ્ધ કરી આપવાને તે પોતાના મિત્રને કહેતો કે ફલાણે દિવસે અને ફલાણે વખતે ફલાણે સ્થળે એ ધૂમકેતુ દેખાશે અને તે પ્રમાણે તે ધૂમકેતુ દેખાતો.

એમ કરતાં કરતાં ગણિતશાસ્ત્રીના બતાવેલા વખત કરતાં એંકાનો ધૂમકેતુ એક વખત જરા મોડો દેખાયો, અને જે સ્થળ કહ્યું હતું તેના કરતાં જરા જુદેજ સ્થળે દેખાયો. બંને મિત્રની વચ્ચે તકરાર થવાનો સંભવ આવ્યો. ખગોળશાસ્ત્રીએ ગણિતશાસ્ત્રીને કહ્યું કે તે ગણત્રીમાં ભૂલ કરી, અને ગણિતશાસ્ત્રીએ કહ્યું કે તેં જોવામાં ભૂલ કરી છે. બંને તકરારની અણી પર આવી ગયા, પણ એટલામાં તો તેઓ એવા તોડ પર આવ્યા કે આપણ એંકીના ધૂમકેતુનેજ પુછીશું.

ગણિતશાસ્ત્રીએ ધૂમકેતુનેજ પુછ્યું કે "તું આજે નિયમ કરતાં મોડો છે? મને લાગે છે કે જે વખતે તું આવવો જોઇતો હતો તે વખતે તું આવ્યો નથી, જે જગ્યાએ તું દેખાવો જોઇતો હતો તે જગ્યાએ પણ દેખાયો નથી, અને વળી જે તારો માર્ગ હોવો જોઈતો હતો તે પણ આજે નથી. ખરેખર તું તારા નિયમની બહાર ગયેલો છે તેનું કારણ શું છે?" ગણિત શાસ્ત્રીની ખાત્રી હતી કે તેના ગણવામાં કંઈ પણ ભૂલ નથી.

ધૂમકેતુ બીજા ઉપર દોષ મુકવા લાગ્યો અને બોલ્યો કે "હું તો મારા હંમેશના નિયમ મુજબજ ચાલતો હતો. તમે મારો જે રસ્તો જાણો છો તેજ રસ્તા પર ધીમે ધીમે મજલ કાપતો હતો અને જો હું એકલો હોત તો મારી મુસાફરી પુરી કરી જે જગ્યાએ તમે મને ધારતા હતા તેજ જગ્યાએ અને તેજ વખતે આવી પહોંચત. મારી મુસાફરીમાં જે વખતે તમે મને જોઈ શકતા નહોતા તે વખતે બુધ કે જેને તમે ઓળખો છો તે મારી પાસે આવ્યો. હું કંઈ બુધના માર્ગમાં ચાલતો નહોતો. હું તો તેની આગળથી ઝડપથી પસાર થઈ મારે રસ્તે જતો હતો. પણ એ ધાંધલીઓ હતો અને મને આમ તેમ ખેંચવા લાગ્યો. મેં તો છુટો થવાને ઘણો પ્રયત્ન કર્યો અને ઘણી મુસ્કેલી વેઠી. આખરે હું જેમ તેમ કરતાં તેનાથી છુટો પડયો, અને ત્યાર પછી મારાથી બને તેટલી ઝડપથી ચાલ્યો, પણ ગયેલો વખત પકડી શકાયો નથી, અને તેથી આજે જરા મોડું થયું છે. હું પણ જાણું છું કે જે જગ્યાએ હું હોવો જોઈએ તે જગ્યાએ નથી."

ખગોળશાસ્ત્રી અને ગણિતશાસ્ત્રી બંનેએ ધૂમકેતુની વાત તપાસી

તો તેમને માલમ પડયું કે ધૂમકેતુએ કહ્યું તે ખરૂં છે. ધૂમકેતુએ કહ્યું હતું તેજ જગ્યાએ બુધ હતો અને બુધેજ આમ તેને રોકી રાખ્યો હતો. ખગોળશાસ્ત્રીની ખાત્રી થઈ કે ગણિતશાસ્ત્રીની કંઈ ભૂલ નહોતી.

બંને મિત્રો છુટા પડતા હતા એટલામાં ગણિતશાસ્ત્રીએ ખગોળશાસ્ત્રીને કહ્યું કે " ભાઈ ઉભા રહો. જોઈએ આમાંથી આપણને કંઈ નવું જડે છે. એંકીના ધૂમકેતુની ખરી જગ્યા અને એંકીના ધૂમકેતુની ગણત્રી પ્રમાણે શોધી કહાડેલી જગ્યા વચ્ચે શું અંતર છે ? "

ખગોળશાસ્ત્રીએ પુછયું કે " એ જાણવાથી શું ફાયદો છે ? એથી તો માત્ર બેની વચ્ચેનો અંતરજ જડે છે. "

ગણિતશાસ્ત્રીએ કહ્યું કે બુધે ધૂમકેતુના માર્ગમાં આટલો ફેરફાર કર્યો છે. જો બુધ વધારે મોટો હોત તો અંતરમાં વધારે ફેરફાર કરત. આ અંતર પરથી બુધનો રજકણ સમૂહ કેટલો છે તે માલમ પડશે. ફરી ખગોળશાસ્ત્રીએ તેને પુછયું કે ધૂમકેતુના બે સ્થાનમાં કેટલો ફેર છે ? "

ખગોળશાસ્ત્રીએ અંતરનો ફેર આપ્યો. તે ઉપરથી ગણિતશાસ્ત્રીએ કહ્યું કે ૨૫ બુધ લઈએ તો તેનું વજન આપણી પૃથ્વી જેટલું થાય છે. એ વજન ગણિતશાસ્ત્રીએ કેવી રીતે શોધી કહાડયું તે રીત ઘણી ગુંચવણ ભરેલી છે માટે તે રીત જાણવાની કોશીશ કરવી સાધારણ માણસને કંઇ જરૂર નથી. આ પ્રમાણે એંકીના ધૂમકેતુ પર બુધે જે અસર કરી તે ઉપરથી બુધનો રજકણ સમૂહ શોધી કહાડવામાં આવ્યો છે.

બુધનું સંક્રમણઃ—કેટલીક વખતે યોગ વખતે જ્યારે સૂર્ય, બુધ અને પૃથ્વી ત્રણે એક સીધી લીટીમાં હોય છે તે વખતે બુધ સૂર્યનાં બિંબ ઉપર કાળા નાના ડાઘા જેવો દેખાય છે. બુધનો આવો દેખાવ બુધનું સંક્રમણ કહેવાય છે. ગયા સો વર્ષની અંદર આવા લગભગ ૧૩ સંક્રમણ થયાં હતાં. છેલ્લું સંક્રમણ ૧૯૦૭ના નવેંબરની ૧૪ મી તારીખે થયું હતું અને હવે પછી જે બુધનું સંક્રમણ થવાનું છે તે ઇ. સ. ૧૯૨૪ ના મે મહિનાની ૭ મી તારીખે થશે.

બુધની અંદરના ગ્રહો.

ઇ. સ. ૧૮૪૮ અગાઉ બુધનાં જે સંક્રમણ થયાં છે તે ઉપર વિચાર કરતાં લેવેઅર એવું અનુમાન બાંધે છે કે સૂર્યમાળાના બધા ગ્રહોના આકર્ષણથી બુધની જેટલી ગતિ હોવી જોઇએ તેથી કંઇક વધારે છે અને તેનું કારણ એ છે કે બુધ અને સૂર્ય વચ્ચે કંઇક નાના ગ્રહો હોવા જોઈએ.

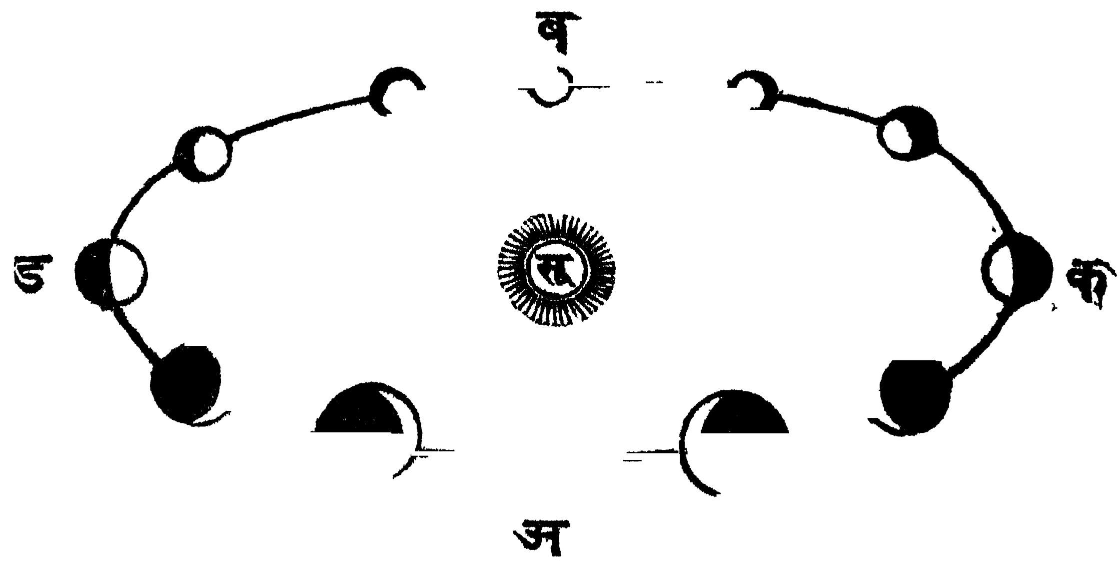
કેટલાક આદમી કહે છે કે તેઓએ એવા ગ્રહ જોયા છે પણ તેમાંનો કોઈ પણ આદમી વિદ્વાન ખગોળ શાસ્ત્રી તરીકે પ્રસિદ્ધ થયેલો નથી. કેળવાયલા આદમીઓએ સારા યંત્રથી કોઈ પણ દિવસ એકે ગ્રહ જોયો નથી. જો એવો કોઈ પણ ગ્રહ હોય તો તેનું સંક્રમણ ઘણીવાર થવું જોઈએ પણ એવું કોઈ પણ સંક્રમણ જોવામાં આવ્યું નથી માટે અંદર કોઈ પણ ગ્રહ હોવો જોઇએ નહીં. એક ગ્રહ ઇ. સ. ૧૮૭૫ માં સૂર્યના બિંબ પર જોવામાં આવ્યો હતો એમ એક ખગોળ શાસ્ત્રીએ જાહેર કર્યું હતું. પણ તેજ દિવસે બીજી જગ્યાઓ ઉપર જે નિરીક્ષા કરવામાં આવી હતી તે ઉપરથી એમ સાબીત થયેલું છે કે તે કંઇ ગ્રહ નહોતો પણ સૂર્યનો ડાઘોજ હતો. આવા સંશયોને લીધે સૂર્યગ્રહણ વખતે ઘણી બારીકીથી તપાસ કરવામાં આવે પણ કોઈ પણ ગ્રહ હજુ સુધી માલમ પડ્યો નથી. માટે કોઇ પણ ગ્રહ બુધની કક્ષાની અંદર છે એમ ખાત્રીથી કોઇથી કહી શકાતું નથી.

શુક્ર.

આકાશમાં આટલા બધા તારાઓ અને ગ્રહો છે પણ શુક્રની બરાબર તેજમાં કોઈ નથી. ખાસ અંધારી રાતે શુક્રનું તેજ અદભુત છે, અને તેમાં જ્યારે પાછલી રાતે શુક્ર નજરે પડે છે તે વખતે શાંત હવામાં એનું તેજ કદી પણ ભૂલાય નહીં એવું છે. ખાસ એના તેજને લીધેજ એ ગ્રહ ભૂલાય એવો નથી, એટલે કે એક વખત બતાવવામાં આવ્યો હોય તો આપણે તે ભૂલી જતા નથી. જે વખતે એ ગ્રહ સવારે દેખાતો હોય તે વખતે ચાર વાગે ઉઠીને સૌંદર્યને ચાહનાર તે જૂએ તો ખરે તેની મહેનતનો તેને બદલો મળ્યા વગર રહેશે નહિ. જે વખતે એ ઘણોજ પ્રકાશિત હોય છે તે વખતે એ દિવસે પણ નજરે પડે છે.

અંતર અને વ્યાસ:—સૂર્યથી એનો સરાસરી અંતર ૬,૭૦,૦૦,૦૦૦ માઇલ છે. એની કક્ષા લગભગ ગોળ છે એટલે સૂર્યથી એના અંતરમાં માર્ગમાં બહુ ફેર પડતો નથી. એનો વ્યાસ ૭,૭૦૦ માઇલ છે એટલે લગભગ આપણી પૃથ્વીના વ્યાસ જેવડો છે. અધમ યોગ વખતે બીજા કોઈ પણ ગ્રહ કરતાં એ આપણી વધારે પાસે છે કારણ કે પૃથ્વી અને શુક્ર વચ્ચે તે વખતે માત્ર ૨,૬૦,૦૦,૦૦૦ માઇલનું અંતર રહે છે.

ધરીપર ફરવાનો અને પ્રદક્ષિણાનો વખત:—શુક્ર સૂર્યની આસપાસ ૨૨૫ દિવસમાં ફરી રહે છે. લાંબા વખત સુધી લોકો એવું માનતા કે શુક્રનો ધરીપર ફરવાનો વખત ૨૩ કલાક અને ૨૧ મીનીટ છે પણ મિલાનનો ખગોળ શાસ્ત્રી શાયેપરેલી જે તેની તીવ્ર નિરીક્ષા તથા ખંતીલાપણા માટે પ્રખ્યાત છે તેણે એવી શોધ કરી છે કે એનો ધરી પર ફરવાનો વખત એના નાક્ષત્ર વર્ષ જેટલો છે. એણે જે ડાઘા અમુક જગ્યા પર જોયા હતા તે ડાઘા તેજ જગ્યાએ ત્રણ મહીના સુધી જોયા કર્યા અને પછી તો કેટલાક કલાક સુધી નિરીક્ષા કર્યાજ કીધી અને તેમાં પણ કંઈ ફેર માલમ પડયોજ નહીં. તે પરથી તેણે અનુમાન બાંધ્યું કે બુધ અને ચંદ્રની માફક એનો પણ પ્રદક્ષિણાનો અને ધરી પર ફરવાનો વખત એકજ છે અને બુધ માફક એ પણ પોતાની એકજ બાજુ સૂર્ય તરફ રાખી ફરે છે.



આકૃતિ ૫૯ મી. **શુક્રની કળા.**

શુક્રની કળાઃ—ચંદ્રની માફક શુક્રને પણ કળા છે અને તે દૂરબીન વતી નજરે પડે છે. પણ ચંદ્રની કળા અને શુક્રની કળા એ એની અંદર ફેર રહેલો છે. ચંદ્રની કળામાં ચંદ્રનો પ્રકાશિત ભાગ એકજ વર્તુલનો ભાગ દીસે છે પણ શુક્રની કળામાં એના પ્રકાશિત ભાગો જુદા જુદા વર્તુલના ભાગ દીસે છે.

ઉપરની આકૃતિમાં શુક્રના અલાયાની કળા, ચતુર્થાંશની કળા અને પૂર્ણિમાની કળા વગેરેના પ્રકાશિત ભાગ દર્શાવેલા છે. એ ચિત્ર પરથી માલમ પડે છે કે અલાયાની કળા વખતે પ્રકાશિત ભાગ મોટા વર્તુલનો ભાગ છે અને પૂર્ણિમાની કળા વખતે પ્રકાશિત ભાગ નાનું વર્તુલ છે. વળી બીજો ફેર એ છે કે એનો પ્રકાશ સરખો રહેતો નથી. એનું કારણ એ છે કે અધમ યોગ વખતે શુક્ર આપણની પાસે હોય છે અને ઉત્તમ યોગ વખતે આપણાથી દૂર હોય છે અને તે અંતરનું પ્રમાણ ૧ : ૬ છે, એટલે કે અધમ યોગ વખતે એ આપણાથી જેટલો દૂર છે તેનાથી ઉત્તમ યોગ વખતે ૬ ગણો દૂર છે અને કુદરતી રીતે તેથી એ છઠે ભાગે નાનો દેખાવોજ જોઇએ અને એનું તેજ પણ તે પ્રમાણમાં કમી હોવુંજ જોઇએ. ચંદ્ર પોતાના આખા માર્ગમાં લગભગ એક સરખેજ અંતરે પૃથ્વીથી રહે છે અને તેથી તેના પ્રકાશમાં અથવા તેના વર્તુલમાં કંઈ પણ ફેર માલમ પડતો નથી. જો શુક્ર છે તેના કરતાં ઘણો મોટો હોત યા તો જો શુક્ર ગુરૂ જેટલો મોટો હોત તો તેની અલાયા જેવી કળા નરી આંખે દેખાત અને ગ્રહોને પોતાનું તેજ નથી તે એકદમ સાબીત થઈ જાત. આપણે બીજા કારણોથી જાણીએ છીએ કે ગ્રહોમાં પોતાનો કંઇ પણ પ્રકાશ નથી, પણ આ સ્થિતિ હોત તો તે સિદ્ધ કરવાને કંઇ પણ હરકત પડત નહિ.

દેખાવઃ—આ ગ્રહ ઘણોજ તેજવાળો છે અને તેજમાં આકાશમાં એનો બરોબરીઓ કોઈ નથી. નાના દૂરબીનમાં પણ એનો પ્રકાશ ઘણોજ ઝગઝગતો લાગે છે, કોઈ કોઈ વખતે એના પર ડાઘા દેખાય છે અને તે ખંડો અથવા દરીઆ હોય પણ તે વિષે નક્કી કહી શકાતું નથી. એના ધ્રુવ પર કેટલાકોએ સફેદ ડાઘા જોયા છે અને તેઓ કહે છે કે તે ધ્રુવ પરનું બરફ હોવું જોઈએ. જ્યારે શુક્ર અધમ યોગથી પશ્ચિમ ભણી હોય છે ત્યારે તે

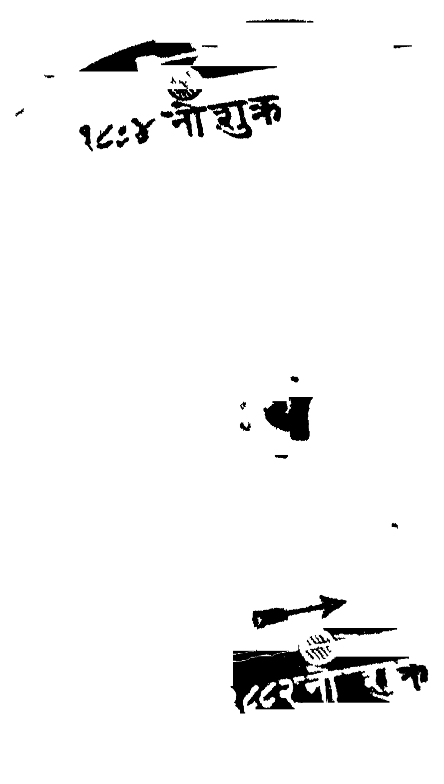
સૂર્યની પહેલાં ઉગે છે. આ સ્થળે શુક્રને પ્રાચીન કાળના ગ્રીક લોકો લુસિફર (દિવસનો દૂત) કહેતા. જ્યારે એ ઉત્તમ યોગથી પૂર્વ ભણી હોય છે ત્યારે સાંજે આથમે છે અને તે સ્થળે ગ્રીક લોકો તેને હેસ્પેરસ (સાયંકાળનો દૂત) કહેતા. સંસ્કૃતમાં શુક્રને દૈત્ય ગુરૂ, કાવ્ય, ઉશનસ્, ભાર્ગવ, કવિ ઇત્યાદી નામો આપેલાં છે. ગામડાના લોક એને ઢગલીઉ કહે છે. એ નામ ગામડીઆઓએ શા ઉપરથી આપ્યું હશે ?

હવા:—જે વખતે શુક્રનું સંક્રમણ થાય છે તે વખતે એના બિંબની આજુબાજુ પ્રકાશ દેખાય છે. આ પ્રકાશ સૂર્યનાં કિરણનો છે અને તે એની હવામાં થઈને બહાર આવે છે. આપણી હવા કરતાં શુક્ર પરની હવા વધારે ઘાડી છે. પ્રકાશ વિક્ષેપ યત્રથી એના પર પાણીની વરાળ છે એમ પણ સિદ્ધ કરવામાં આવ્યું છે.

શુક્રનું જાતીય ગુરૂત્વ પૃથ્વીના જાતીય ગુરૂત્વની લગભગ બરાબર છે. પૃથ્વીનું જો જાતીય ગુરૂત્વ એક ગણવામાં આવે તો શુક્રનું જાતીય ગુરૂત્વ •૮૫૦ અને એ ઉપરથી એમ અનુમાન કરવામાં આવે છે કે પૃથ્વીની માફક એ પણ નક્કર હોવો જોઈએ. પાણી જોડે એ જાતીય ગુરૂત્વ સરખાવતાં ૪•૮૧ ગણું માલમ પડે છે. શુક્રપર ગુરૂત્વાકર્ષણ પૃથ્વી પરના ગુરૂત્વાકર્ષણ કરતાં કંઈક ઓછું હોવું જોઈએ. એવી ગણત્રી કરવામાં આવી છે કે જ્યારે અહીં ગુરૂત્વાકર્ષણને લીધે પદાર્થ એક સેકંડમાં ૧૬ ફૂટ પડે છે તો ત્યાં ૧૩ ફૂટ પડે છે. એ આટલો બધો પ્રકાશિત છે તેનું કારણ એવું ધારવામાં આવે છે કે એ બધો વાદળાંથી જ છવાયલો છે અને વાદળાં કિરણોનું સારૂં પરાવર્તન કરે છે.

શુક્રનું સંક્રમણ:—સંક્રમણ કંઈક અંશે ગ્રહણને મળતું આવે છે. આપણે જાણીએ છીએ કે સૂર્ય ગ્રહણ વખતે સૂર્ય, ચંદ્ર અને પૃથ્વી અમાસને દિવસે એક સીધી લીટીમાં આવે છે અને તેથી ગ્રહણ થાય છે. સંક્રમણ વખતે સૂર્ય, ગ્રહ અને પૃથ્વી ત્રણે એક સીધી લીટીમાં અધમ યોગ (અમાસ) ને દિવસે આવે છે અને તેથી સંક્રમણ થાય છે. ગ્રહણ વખતે ચંદ્ર આખા સૂર્યને ઢાંકે છે, પણ સંક્રમણ વખતે શુક્ર અને બુધ ફક્ત એક કાળા ડાઘ

જેવા સૂર્યનાં બિંબ પર દેખાય છે. સંક્રમણુ સૂર્યનો અંતર શોધી કહાડવામાં ઘણું ઉપયોગી છે માટે તે જોવાને ઘણો ખરચ કરી લોકો દૂર જાય છે. બુધના કરતાં શુક્રનું સંક્રમણુ વધારે ઉપયોગી છે. તે ઘણેજ વર્ષે આવે છે. ઈ. સ. ૧૮૭૪ અને ૧૮૮૨ માં સંક્રમણો થયાં હતાં ત્યાર પછી હવે ઈ. સ. ૨૦૦૫ અને ઈ. સ. ૨૦૧૨ માં થશે, એટલે એ જોવાને માટે લોકોમાં ઘણી ઉત્કંઠા ઉત્પન્ન થાય એ પણ સ્વાભાવિક છે. ચંદ્રના ગ્રહણુ ઓછાં થવાનું જે કારણુ છે તેજ કારણુ એનાં સંક્રમણુ ઓછાં થવાનું છે. જેમ ચંદ્રના માર્ગની સપાટી અને પૃથ્વીના માર્ગની સપાટી વચ્ચે ખુણો થાય છે તેમજ શુક્રના માર્ગની સપાટી અને પૃથ્વીના માર્ગની સપાટી વચ્ચે ખુણો થાય છે, તેથી અગર જો કે બુધ અને શુક્ર અધમ યોગ પર હોય છે પણ પૃથ્વી જોડે એક સીધી લીટીમાં હોતા નથી તેથી સંક્રમણુ થતાં નથી.



આકૃતિ ૬૦ મી.

૧૮૭૪ અને ૧૮૮૨ ના સંક્રમણુમાં શુક્રના માર્ગ.

प्रकरण सातमुं.

बहारना ग्रहो.

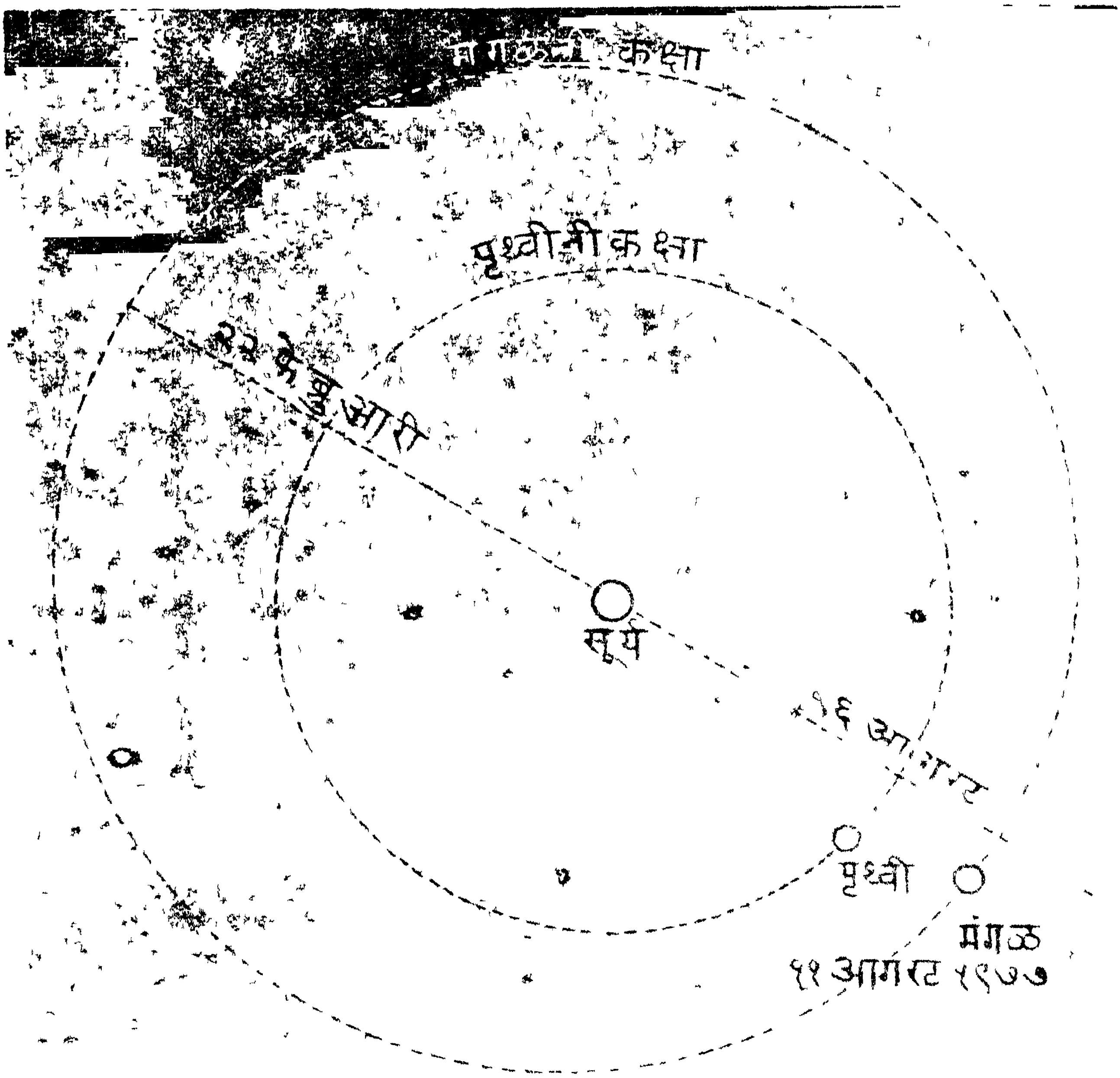
मंगळ.

આપણે અંદરના ગ્રહો બુધ અને શુક્ર વિષે વાંચી ગયા. ત્યાર પછી પૃથ્વી આવે છે. પણ પૃથ્વી જોડે આપણો સંબંધ નીકટનો છે તેથી પૃથ્વીનું વર્ણન સૌથી પહેલું આપ્યું છે. મગળ જેવા દૂરના ગ્રહ વિષે તો આપણને દૂરબીનની મદદ વડે અથવા ગણિતશાસ્ત્રની મદદ વડે જે જ્ઞાન મળે તેટલુંજ પુરતું છે એમ સમજવું. મંગળ ગ્રહ ઘણો ઉપયોગી છે. પ્રતિયોગ વખતે અને ખાસ કરીને અનુકૂળ પ્રતિયોગ વખતે એ ઘણો પાસે આવે છે. અને તેથી કોઈપણ ગ્રહ પર શું છે તેની બરાબર શોધ ખોળ કરવી હોય તો તેને લાયક માત્ર આંજ ગ્રહ છે; તેથી અનુકૂળ પ્રતિયોગ વખતે હાલના મોટા મોટા ખગોળશાસ્ત્રીઓ તેની જોડે આપણે કેવી રીતે વ્યવહાર ચલાવીએ તેની શોધખોળ કરે છે. મંગળની કક્ષા ખરેખરી લંબગોળ છે અને એજ કક્ષાની નિરીક્ષા પરથી કૅપ્લરે એના ત્રણ પ્રસિદ્ધ નિયમો શોધી કહાડયા હતા. વળી જ્યારે મંગળ પૃથ્વીની ઘણી પાસે હોય છે ત્યારે સૂર્યથી એનો અંતર શોધી કહાડવામાં આવે છે અને તે પ્રસંગ શુક્રના સંક્રમણ જેટલીજ મહત્વતા ધરાવે છે કારણ કે મંગળના અંતર પરથી બીજા બધા ગ્રહોનો સૂર્યથી અંતર પછી શોધી કહાડવામાં આવે છે.

એનું સરાસરી અંતર ૧૪,૧૫,૦૦,૦૦૦ માઇલ છે. એની કક્ષા ઘણી લંબગોળ છે કારણ કે એનું વધારેમાં વધારે અંતર ૧૫,૫૦,૦૦,૦૦૦ માઇલ અને ઓછામાં ઓછું અંતર ૧૨,૮૦,૦૦,૦૦૦, માઇલ છે. એનો વ્યાસ ૪,૨૦૦ માઇલ એટલે લગભગ પૃથ્વીના વ્યાસથી અડધો છે. બહારના ગ્રહોમાં ફક્ત આજ પૃથ્વીથી નાનો છે.

એનો વાર્ષિક કાળ ૬૮૭ દિવસ એટલે આપણા લગભગ બે વર્ષ જેવડો છે, પણ સામાન્ય રીતે તે બે વર્ષ છે એમ કહેવાય છે. એનો ધરી પર ફરવાનો વખત ૨૪ ક.–૩૭ મી. છે. એટલે આપણા દિવસથી એનો દિવસ

કંઈક મોટો છે. એની કક્ષાની સપાટી અને ધરી પર ફરવાના માર્ગની સપાટી વચ્ચે આપણી પૃથ્વીના માર્ગ જેટલોજ લગભગ ખુણો થાય છે એટલે ત્યાં આપણા જેવીજ ઋતુ હશે પણ આપણી ઋતુ અને મંગળની ઋતુમાં ફેર એટલો આવશે કે આપણો ઉનાળો ત્રણ મહિનાનો છે તો મંગળનો ઉનાળો ૬ મહિનાનો થશે. આનું કારણ એટલુંજ છે કે મંગળનું વર્ષ આપણા બે વર્ષ જેવડું છે.



આકૃતિ ૬૧ મી.

અનુકૂળ પ્રતિયોગ.

નરી આંખે આ ગ્રહ પહેલા વર્ગના તારા જેવો ચળકાટ વાળો કેટલીક વખતે દેખાય છે અને તરતજ એ એના રાતા રંગથી ઓળખાય છે. આલડિબેરન (રોહિણી) તારો અને મૃગશર નક્ષત્રનો આર્દ્રા એ બે તારા રાતા રંગના છે પણ એટલું યાદ રાખવાનું કે આ રાતા રંગના ગ્રહનું તેજ સ્થિર છે પણ પેલા તારાઓનું તેજ સ્થિર નથી, અને તેથી મંગળ તરતજ ઓળખાઈ આવે છે. બધા ગ્રહોમાં એ પોતાના રાતા રંગથી જુદોજ પડે છે. મંગળની નિરીક્ષા કરવાનો ઉત્તમ વખત પ્રતિયોગ છે, અને તેમાં પણ વળી અનુકૂળ પ્રતિયોગ તો ઘણોજ ઉત્તમ વખત છે. એની કક્ષા ઘણીજ લંબગોળ છે તેથી કોઈ પ્રતિયોગ વધારે અનુકૂળ નીવડે છે.

આકૃતિ ૬૧ માં ઑગસ્ટમાં જે પ્રતિયોગ બતાવ્યો છે તે ફેબ્રુઆરીના પ્રતિયોગ કરતાં ઘણોજ અનુકૂળ છે. ઑગસ્ટ વાળા સ્થાન પર તેની અને આપણી પૃથ્વી વચ્ચે લગભગ ૩,૫૫,૦૦,૦૦૦ માઇલનું અંતર છે ત્યારે ફેબ્રુઆરી વખતે તેની અને આપણી વચ્ચે ૬,૧૦,૦૦,૦૦૦ માઇલનું અંતર રહે છે. ઑગસ્ટ જેવું પ્રતિયોગ લગભગ ૧૫ કે ૧૭ વર્ષે થાય છે. હાલ એક અનુકૂળ પ્રતિયોગ ૧૮૯૨ ના ઑગસ્ટ મહિનામાં થયો હતો અને ત્યાર પછીનો છેલ્લો ૧૯૦૯ માં થયો હતો. એ વખતે ખગોળ વેત્તાઓ એની બારીકીથી નિરીક્ષા કરે છે અને ઉપર નહેર છે નહીં, મનુષ્યની વસ્તી છે કે નહીં, ઝાડો છે કે નહીં, વગેરેની તપાસ તેઓ કરે છે. તે વખતે એ ઘણોજ પ્રકાશિત હોય છે અને લગભગ બૃહસ્પતિ જેટલો પ્રકાશિત હોય છે. યોગ વખતે એનું જેટલું તેજ હોય છે તેના કરતાં ૫૦ ગણું તેજ તે વખતે મંગળનું હોય છે.

પ્રતિયોગ વખતે મંગળ પૂર્ણ દેખાય છે, પણ ચતુર્થાંશ એટલે ૯૦° અંશના ખુણા વખતે બિંબાકાર દેખાય છે. એ પૃથ્વીની પાસેનો ગ્રહ હોવાથી દૂરબીનમાં ત્યારે જરા બિંબાકાર દેખાય છે. બહારના બીજા ગ્રહો દૂર હોવાને લીધે દૂરબીનમાં ચતુર્થાંશ વખતે બિંબાકાર દેખાતા નથી. ચતુર્થાંશ વખતે આપણે મંગળ અને સૂર્યની બરાબર વચ્ચે નથી તેથી તેનો આખો

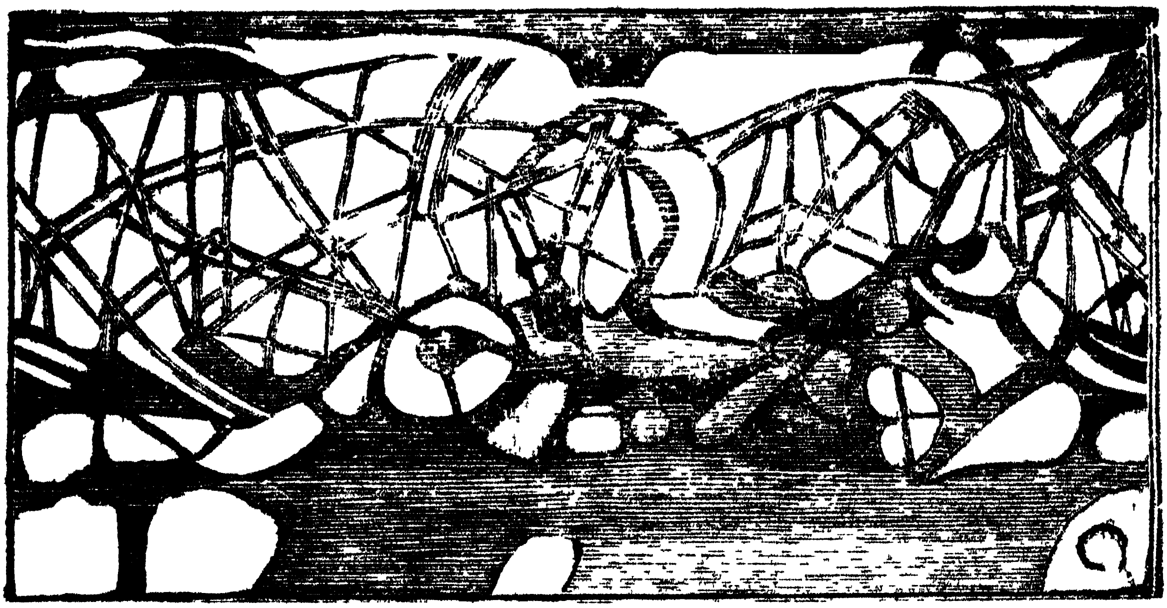
પ્રકાશિત ભાગ જોઈ શકતા નથી. વળી દૂરબીન વતી જ્યારે આપણે એને તપાસીએ છીએ ત્યારે એ લાલ દેખાતો નથી પણ ઉપર કાળા અને પ્રકાશિત ડાઘા દેખાય છે. કેટલીક વખતે એના ધ્રુવ પર સફેદ ડાઘો દેખાય છે. કાળા ડાઘ તે પાણીને લીધે છે. ધ્રુવ ઉપરનો સફેદ ડાઘ તે બરફને લીધે છે એટલે કે જેમ આપણી પૃથ્વી ઉપર ધ્રુવ પર બરફ રહેલું છે તેમજ મંગળના ધ્રુવ પર પણ બરફ રહેલું છે. મંગળના ઉત્તર ગોળાર્ધમાં જ્યારે શિઆળો હોય છે ત્યારે એ બરફ વધતું દેખાય છે અને જેમ ઉનાળો આવતો જાય છે તેમ તેમ બરફ ઓછું થતું જાય છે. એના દક્ષિણ ગોળાર્ધમાં પણ એજ પ્રમાણે બને છે. ઈ. સ. ૧૮૯૨ ના પ્રતિયોગ વખતે દક્ષિણ ધ્રુવ પરનું બરફ ઓછું થતું માલમ પડયું હતું. એક મહિનાની અંદર ૧૫,૦૦,૦૦૦ ચો. મા. જગ્યાપરનું બરફ પીગળી ગયું હતું. ઈ. સ. ૧૮૯૪ માં પણ એવીજ રીતે બરફનું પીગળી જવું માલમ પડયું હતું. તે વર્ષના બે મહિનામાં હજારો ચો. મા. બરફ અદૃશ્ય થઈ ગયું હતું. બરફ પરથી કિરણનું વધારે પરાવર્તન થાય છે તેથી તે ભાગ આખા ગ્રહ કરતાં વધારે પ્રકાશિત લાગે છે.

સફેદ બરફ કરતાં ઓછો પ્રકાશિત ભાગ જે રતુમડો છે તે ખડસ્થ-ભૂમિ અથવા મંગળ ઉપરની જમીન છે. પૃથ્વી પર જ્યારે એક ભાગ જમીન અને ત્રણ ભાગ પાણી છે ત્યારે મંગળ પર બે ભાગ જમીન અને એક ભાગ પાણી છે. આપણી જમીન પર મહાસાગરનું પાણી ફરી વળતું નથી પણ મંગળની જમીન પર ઉનાળામાં જ્યારે બરફ ઓગળે છે તે વખતે ઘણે ભાગે પાણી ફરી વળે છે. ડૉક્ટર એસ. પી. લેંગલી પોતાના એક ગ્રંથમાં લખે છે કે લેાકીઅર લૅન્ડ કેટલીક વખતે જાણે બરફથી ઢંકાયલી હોય એમ સફેદ લાગે છે.

જે વધારે કાળા ભાગ દેખાય છે તે દરીઆના ભાગો છે. પણ તે કંઈ આપણી પૃથ્વી પરના મહાસાગરો જેવા સ્થાઈ નથી. જે ભાગમાં હમેશાં પાણી રહે છે તે ભાગનું ક્ષેત્રફળ ફક્ત ૫,૦૦,૦૦૦ ચો. મા. એટલે ભૂમધ્ય સમુદ્રના ક્ષેત્રફળથી દોઢું છે. ઈ. સ. ૧૮૯૨ માં જ્યારે ધ્રુવપરનું બરફ

પીગળ્યું હતું ત્યારે ધ્રુવ અને એકાદ દરીઆ વચ્ચેની જગ્યા પર પાણી ફરી વળ્યું હતું. એમાંના કેટલાક ભાગ પર નહેરો જણાય છે. કેટલીક વખતે ત્યાં જુદા જુદા રંગો પણ જણાય છે. એ રંગો કયા કારણને લીધે દેખાય છે તે નક્કી કહી શકાતું નથી.

ઈ. સ. ૧૮૭૭ માં શાયપરેલી નામના એક ખગોળવેત્તાએ મંગળ ઉપર કેટલીક લીટીઓ જોઈ અને તે નહેરો છે એમ તેણે જાહેર કીધું હતું. આ લીટીઓ મહાસાગરમાંથી નીકળે છે અને તે ખંડમાં થઈને ઘણે દૂર જતી દેખાય છે. નહેરોમાંની કેટલીક ૩૫૦૦ માઇલ લાંબી છે અને તેની સરાસરી પહોળાઈ ૩૦ માઇલ છે. જ્યારે ધ્રુવ ઉપરનું બરફ ઓગળવા માંડે છે ત્યારે એ નહેરોમાં પાણી જાય છે અને તે કાળી દેખાવવા માંડે છે. ઉનાળો ગયા પછી નહેરોની પહોળાઈ ઓછી થતી જાય છે. તે ઉપરથી શાયપરેલી એવા અનુમાન ઉપર આવે છે કે એ કુદરતી રીતે ખોદાયલી નહેરો હશે. મી. પરસીવલ લોવેલ નામનો અમેરિકાનો એક ખગોળશાસ્ત્રી કહે છે કે એ નહેરો પાણીના માર્ગ નથી પણ લીલોતરી છે અને તેની પાસે જે નહેરો છે તે એટલી તો નાની હોવી જોઈએ કે તે દેખાય નહિ. જે કેટલીક જગ્યા પર નહેરો મળે છે તે જગ્યાએ લીલોતરી વાળાં મેદાન હોય છે. ઈ. સ. ૧૮૮૨ માં શાયપરેલીએ જે વધારે તપાસ કરી હતી તે પરથી તેણે પાછું જાહેર કર્યું કે એ નહેરો બેવડી થાય છે. ઈ. સ. ૧૮૮૧ ના ડિસેંબર અને ઈ. સ. ૧૮૮૨ ના ફેબ્રુઆરી વચ્ચે ૩૦ નહેરો બેવડાઇલી માલમ પડી હતી. નહેરોનું આ બેવડું થવું કોઈ કોઈ વખતે જ બને છે. નહેરની બાબતમાં ખગોળશાસ્ત્રીઓમાં મતફેર છે અને તેથી એ નક્કી શું છે તે કહી શકાતુ નથી. જો નેહેરની વાત ખરી હોય અને તે જો કૃત્રિમ હોય તો ખરે એના પર કોઈ પણ તરેહના મનુષ્ય વસવા જોઈએ. એટલાજ માટે પૃથ્વીના દરેક ભાગમાં ખગોળ શાસ્ત્રીઓ મંગળની તપાસ કર્યા કરે છે કારણ કે જો એક ગ્રહ પર મનુષ્ય વસે છે એવું સિદ્ધ થાય તો ખગોળશાસ્ત્રીઓ કોઈ પણ સાધારણ નિયમ બાંધી શકે.



આકૃતિ ૬૨ મી.

મંગળપરની નહેરો.

મગળ ઉપર અસ્થિર ડાઘાઓ કેટલીક વખતે જોવામાં આવે છે. કેટલીક વખતે તે નાના ધાબા જેવા દેખાય છે પણ હંમેશાં કંઈ તેનો આકાર ચોકસ રહેતો નથી, એ ડાઘાઓ વાદળાં હશે એમ ધારવામાં આવે છે. શુક્ર ઉપર તો એવાં વાદળાં એટલાં બધાં છે કે તેની સપાટી ઉપર શું છે તે કંઈ જણાયલુંજ નથી, પણ મંગળની સપાટી ઉપરનો ઘણો ભાગ બારીકીથી તપાસવામાં આવ્યો છે તેથી આ વાદળાં ઘણી ઓછી સંખ્યામાં હોવાં જોઈએ.

જો શુક્ર જેવી એના પર ઘટ હવા હોત તો મંગળ પર જે જે દેખાવો આપણે જોઈએ છીએ તે દેખી શકાત નહિ. મંગળ પર હવા પાતળી છે તેનું કારણ એ છે કે ગ્રહ નાનો છે અને ગુરૂત્વાકર્ષણ ઘણુંજ થોડું છે. જો દર સેકંડે ૩૦૫ માઇલની ગતિવાળી બંદુકની ગોળી મંગળ પર છોડવામાં આવે તો તે ગોળી પાછી આવી શકશે નહીં. હાઈડ્રોજનના કણની ગતિ પણ આથી વધારે છે. તેથી એવું ધારવામાં આવે છે કે મંગળ પર હાઈડ્રોજન છૂટી સ્થિતિમાં હોવો જોઇએ નહીં. પ્રકાશવિક્ષેપ યંત્રથી માલમ પડે છે કે એના ઉપરની હવા સૂર્યનાં કોઈ પણ કિરણ ગ્રહણ કરતી નથી અને સૂર્યનાં બધાં કિરણનું પરાવર્તન થાય છે.

ઉપગ્રહો:—પૃથ્વીને એક ઉપગ્રહ છે, અને બૃહસ્પતિને હાલ આઠ ઉપગ્રહ છે. પૃથ્વી અને બૃહસ્પતિની વચ્ચે મંગળ આવેલો છે. જો ત્રણે પર સૂર્યની સત્તા છે અને ત્રણે એકજ સૂર્યમંડળના ભાગો છે, તો મંગળને કેમ ઉપગ્રહ ન હોવો જોઇએ એમ ખગોળશાસ્ત્રીઓ સવાલ કરતા. મંગળ બંને કરતાં નાનો છે તો ભલે. એના ઉપગ્રહ ઉપલા ગ્રહોનાં ઉપગ્રહ કરતાં નાના હોવા જોઇએ. આવા અનુમાનોપરથી તેઓ એના ઉપગ્રહ શોધવાની ઘણી મહેનત કરતા, ઘણા વર્ષો સુધી એની તપાસ કરવામાં આવી, પણ કોઈ પણ ઉપગ્રહ જડયો નહિ. આખરે ખગોળશાસ્ત્રીઓએ નિરાશ થઇ એના ઉપગ્રહની તપાસ કરવી છોડી દીધી. ઈ. સ. ૧૮૭૭ માં વોશિંગટનના અસફ હૉલ નામના વિદ્વાને પાછી એની તપાસ કરવી શરૂ કરી અને તે પોતાની તપાસમાં ફતેહમંદ નીવડયો. તેની પાસે ૨૬ ઇંચના વ્યાસના કાચનું દૂરબીન હતું. તે વખતે મંગળનો અનુકૂળ પ્રતિયોગ હતો. પ્રો. હૉલે વિચાર્યું કે આપણા ચંદ્રથી તે ઉપગ્રહો સોમે ભાગે નાના હોત ત્યાં સુધી એ જડયાજ હોત; પણ તે જડયા નથી માટે તેનાથી પણ નાના હોવા જોઇએ. તેણે એક ઉપગ્રહની આશા રાખી હતી પણ તેને બદલે તેને બે ઉપગ્રહ ઑગસ્ટ મહિનામાં જડયા. હોમરની ઇલીયડ નામના ગ્રંથમાં માર્સ (મંગળ. લડાઇનો દેવ) નું ઘણી વખત વર્ણન આવે છે અને તેમાં ડીમોસ અને ફોબોસ એવા બે તેના ઘોડા આપેલા છે. પ્રો. હૉલે તે ઉપરથી આ બંને ઉપગ્રહનાં નામ ડીમોસ અને ફોબોસ રાખ્યાં છે. આ બે નામ મંગળના બે ખીદમતગારનાં પણ કહેવાય છે.

આ ઉપગ્રહો એટલા તો નાના છે કે તેનો વ્યાસ બરાબર માપી શકાતો નથી. પ્રો પીકરીંગ કહે છે અંદરના ઉપગ્રહ ફોબોસનો વ્યાસ લગભગ સાત માઇલ છે અને બહારના ઉપગ્રહ ડીમોસનો વ્યાસ પાંચ ૭ માઇલ છે. લોવેલ વેધશાળામાં જે નિરીક્ષા કરવામાં આવી છે તે પરથી ફોબોસનાં ૨૫ માઈલ અને ડીમોસના ૧૦ માઇલ ગણવામાં આવે છે.

ડીમોસનો મંગળથી અંતર ૧૪,૬૦૦ માઇલ અને ફોબોસનો અંતર ૫,૮૦૦ માઇલ છે. એ બંનેના માર્ગ એવા છે કે મંગળના ધ્રુવ પરથી એ દેખી શકાતા નથી.

ડીમેાસ મંગળની પ્રદક્ષિણા ક. ૩૦–૧૮ મિનીટમાં અને ફોબોસ એની પ્રદક્ષિણા ક. ૭–૩૯ મિનીટમાં કરે છે. આ પરથી માલમ પડે છે કે મંગળ પોતાની ધરી પર ફરી રહે તેટલા વખતમાં ફોબોસ ઉપગ્રહ ત્રણ વખત ફરી રહે છે. ચંદ્ર આકાશમાં ફરે છે કે નહિ તે જોવાને આપણને ત્રણ ચાર દિવસ નિરીક્ષા કરવી પડે છે પણ આનું ફરવું તેા અભણ માણસ પણ એક દિવસમાં જોઇ શકે. વિદ્વાન માણસ ચંદ્રનું સ્થાન એક રાતમાં બદલાયું જુએ છે પણ તે અંતર માત્ર ઘણાજ થોડા અંશ છે, પણ આ તેા ૭ કલાકની અંદર આખી પ્રદક્ષિણા પુરી કરે છે.

મંગળ પર મનુષ્ય:—પૃથ્વી પર જેવાં મનુષ્ય વસે છે તેવાં મનુષ્ય મંગળ પર જાય તો જીવી શકે કે નહીં ? આ બાબતમાં બહુ ખાતરીથી જવાબ દેવામાં આવતેા નથી. છતાં એટલું કહેવું જરૂરનું છે કે ત્યાંની સ્થિતિ જોતાં મનુષ્ય જેવાં પ્રાણી ત્યાં વસી શકે. મંગળ જોડે સંબંધ શરૂ કરવા મોટી નિશાનીઓ બતાવવા પ્રયત્ન કરવામાં આવે છે પણ તે સર્વ ફોકટ છે. જો ન્યુયૉર્કના રાજ્ય જેવડો વાવટો કોઈ આદમી ઉંચકી મંગળ પર હલાવે તો આ પૃથ્વી પરના ખગોળ શાસ્ત્રીને ત્યાંની કંઈ બીના માલમ પડે. પણ એવડો વાવટો ઉંચકવો એ અસંભવિત છે તો એના પરથી ખબર કેવી રીતે આવે અથવા ત્યાં કેવી રીતે પહોંચાડવી !! તે છતાં વિદ્વાનો એ સવાલ પાછળ ઘણીજ મહેનત કર્યા કરે છે અને તેઓ આશા રાખે છે કે કોઈ પણ માર્ગ જડશે કે જેથી તેઓ મંગળ જોડે વ્યવહાર શરૂ કરશે.

લઘુ ગ્રહો.

આગળ જે ગ્રહો વિષે વાંચી ગયા તે ગ્રહો મોટા છે. આપણો ચંદ્ર પણ મોટો આકાશી પદાર્થ છે. એમાંનો સૌથી નાનામાં નાનો આકાશી પદાર્થ ૨૦૦૦ માઇલ વ્યાસનો છે. આ લઘુ ગ્રહો તો એથી પણ ઓછા કદના છે. એ ગ્રહો દૂરબીનમાં પણ મોટા દેખાતા નથી અને નરી આંખે તો મુદલ દેખાતાજ નથી.

મંગળ અને બૃહસ્પતિની કક્ષા વચ્ચે મોટો માર્ગ છે અને તેમાં કેટલા વર્ષ સુધી એકે ગ્રહ જોવામાં આવ્યો નહોતો. ખગોળ શાસ્ત્રીઓ ધારતા હતા

કે એ જગ્યાની અંદર કોઈ પણ ગ્રહ હોવો જોઈએજ. એટલામાં ઈ. સ. ૧૭૭૨ માં બોડ નામના એક ખગોળશાસ્ત્રીએ એક નિયમ શોધી કહાડયો. એણે આંકડાઓની સંખ્યા કાંઉસમાં બતાવ્યા પ્રમાણે લીધી (૦,૩,૬,૧૨,૨૪, ૪૮,૯૬). એ સંખ્યામાં પહેલી શૂન્ય છે અને બીજી બધી આગલાથી બમણી છે. એ આંકડાઓમાં જો આપણે ચાર ઉમેરીએ તો તે આંકડાઓ ૪,૭,૧૦, ૧૬,૨૮,૫૨, અને ૧૦૦ થાયછે. બોડે કહ્યું કે બધા ગ્રહોનો અંતર આ બીજા આંકડાના પ્રમાણમાં છે. બોડના નિયમની ૨૮ મી સંખ્યા બાદ કરતાં બીજી બધી સંખ્યાના પ્રમાણમાં ગ્રહોના અંતર આવી રહે છે. બુધનું અંતર ૩.૯, શુક્રનું ૭.૨, પૃથ્વીનું ૧૦, મંગળનું ૧૫.૨, ગુરૂનું ૫૨.૯ અને શનિનું અંતર એજ પ્રમાણમાં ૯૫.૪ છે. આ નિયમ બોડેજ શોધી કહાડયો છે એમ નથી, પણ ટીટીઅસ નામના ખગોળશાસ્ત્રીએ શોધી કહાડયો હતો. બોડે એ નિયમ પ્રસિદ્ધમાં આણ્યો હતો તેથી એ એનાજ નામથી પ્રસિદ્ધ છે. ત્યાર પછી ઈ. સ. ૧૭૮૦ માં યુરેનસ જડયો અને તેનું અંતર જ્યારે માલમ પડયું ત્યારે તે ઉપલા પ્રમાણમાં ૧૯૧.૮ નીકળ્યું. અલબત બોડના નિયમ પ્રમાણે ૯૬×૨=૧૯૨ અને ૧૯૨+૪=૧૯૬ એટલે ૧૯૬ અંતરે યુરેન્સ આવવો જોઈતો હતો પણ તે અંતર સહેજ ઓછું નીકળ્યું હતું. આ આંકડા એવી રીતે સમજવાના છે કે જો પૃથ્વીનો અંતર સૂર્યથી ૧૦ (દશ) ધારીએ તો તે પ્રમાણમા બુધનો અંતર ૪ છે. આપણે જાણીએ છીએ કે પૃથ્વીનો અંતર ૯,૩૦,૦૦,૦૦૦ છે તો બુધનો અંતર એ ઉપરથી લગભગ ૯,૩૦,૦૦,૦૦૦×$\frac{૪}{૧૦}$=૩,૭૨,૦૦,૦૦૦ માઇલ થાય છે. જ્યારે નેપચ્યુનની શોધ થઈ ત્યારે એ નિયમ પર ગ્રહોની ગોઠવણ છે એ માત્ર કલ્પનાજ ઠરી. બોડના નિયમ પ્રમાણે જ્યારે લઘુ ગ્રહોની શોધ કરવામાં આવી ત્યારે નેપચ્યુન ગ્રહ જડયો નહોતો અને તેથી તેઓ બોડનો નિયમ ખરોજ માનતા. એનો બોડના નિયમ પ્રમાણે નેપચ્યુન અંતર (૧૯૨×૨)+૪=૩૮૮ થાય છે પણ ખરી રીતે જોતાં એનું અંતર ૩૦૦.૫ નીકળ્યું.

ખગોળશાસ્ત્રીઓએ વિચાર કર્યો કે જો આ પ્રમાણે દરેક અંતર આગળ ગ્રહ છે તો ૨૮ મા નંબર આગળ પણ ગ્રહ હોવોજ જોઈએ,

અને જ્યારે તે અત્યાર સુધી જડયો નથી ત્યારે તે ઘણોજ નાનો હોવો જોઈએ. આ ઉપરજ ઘણા ખગોળશાસ્ત્રીઓએ એકત્ર થઈ એ ગ્રહ શોધી કહાડવાની મહેનત કરવા માંડી. જર્મનીમાં ૨૪ ખગોળશાસ્ત્રીઓએ રાશી ચક્ર પોતાનામાં વહેંચી લીધું અને દરેક પોતપોતાને સોંપેલા ભાગમાંજ તપાસ કરતો. પણ પાલેર્મોનો ખગોળશાસ્ત્રી પીઆઝી જે ઉપલા મંડળમાં નહોતો તે આ નવો ગ્રહ શોધી કહાડવાને ભાગ્યશાળી થયો હતો. એ આદમી અમુક તારાઓના અક્ષાંશ રેખાંશ નક્કી કરતો હતો. ૧૯ મી સદીના પહેલે દિવસે એણે અમુક તારાઓ જોયા. ત્યાર પછી બીજી, ત્રીજી, અને ચોથી તારીખે પાછા તેજ તારાઓ જોયા તો તેમાંનો એક પોતાનુ સ્થાન બદલતો માલમ પડયો એટલે એ બદલાતો તારો ગ્રહ છે એમ સાબીત થયું હતું, છ અઠવાડીઆ સુધી એણે દરરોજ નિરીક્ષા કરી અને એવામાં એ માંદો પડયો. જ્યારે તેની તબીએત સુધરી ત્યારે તે ગ્રહ સૂર્યની એટલો બધો નજદીક હતો કે તે જોઈ શકાય તેમ નહોતું તેથી બીજી વખતે જ્યારે એ ગ્રહ દેખાય ત્યારે એ એજ છે એમ નક્કી કરવાનું સાધન શું ?

જર્મનીમાં ગોસ નામનો એક જુવાન ગણિતશાસ્ત્રી હતો. કોઈ પણ ગ્રહની કક્ષાના ત્રણ સ્થાન જાણવામાં આવે તો તે ઉપરથી ગણિત શાસ્ત્રીઓ આખો માર્ગ કલ્પી શકે છે. તે આદમીએ પીઆઝીના ત્રણ ચાર સ્થાનપરથી તે ગ્રહનો આખો માર્ગ નક્કી કર્યો અને ફરીથી એ ગ્રહ દેખાવવાનો વખત આવ્યો ત્યારે એણે જે સ્થાન સૂચવ્યું હતું તેજ સ્થાન પર એજ વર્ષની છેલ્લી તારીખે પાછો એ નજરે પડયો હતો. આપણા લોકો એમ માને છે કે ખગોળશાસ્ત્રીઓ તો ગપ્પાં મારે છે. પણ ગણિત શાસ્ત્રીઓ આવી રીતે જે સ્થાન બતાવે છે તેજ સ્થાને ગ્રહ નીકળે તો ગણિત સાચુ માનવું કે નહિ ? નેપચ્યુન નામનો ગ્રહ પણ ગણિતનીજ મદદથી શોધી કહાડવામાં આવ્યો હતો. એટલે ગણિતની અંદર જે આંકડાઓ લેવામાં આવે છે તે બધા આંકડા સત્યજ હોવા જોઈએ. નહીં તો તેમના જવાબ ખરા આવે નહીં.

ત્રણ સ્થાન પરથી ગ્રહની કક્ષા શોધી કહાવાડની રીતનું માન ગોસને

ધટે છે, એનું અંતર સૂર્યથી ૨૫.૭ નીકળ્યું. બોડના નિયમ પ્રમાણે એ અંતર ૨૮ આવતું હતું. એ આદમી સિસિલીનો રહીશ હતો તેથી એણે પોતાના દેશની અધિષ્ટ દેવતા સારીસ પરથી ગ્રહનું નામ સારીસ પડયું.

આ ગ્રહની શોધ થઈ એટલે ઉપર લખેલું મંડળ જે જર્મનીના ૨૪ ખગોળશાસ્ત્રીઓનું બનેલું હતું અને જેઓએ માંહો માંહે રાશીચક્ર વહેંચી લીધું હતું તેઓએ ફરીથી વધારે મહેનત કરી નવા ગ્રહ શોધી કહાડવાનો પ્રયાસ કરવા માંડયો. ઈ. સ. ૧૮૦૨ ના માર્ચમાં ડૉક્ટર ઓલબર્સે બીજો ગ્રહ શોધી કહાડયો ને તેણે તેનું નામ **પાલાસ** રાખ્યું. પાલાસની કક્ષા ઘણીજ વાંકી ચુકી હતી. તે ઉપરથી એણે વિચાર કર્યો કે આ બંને લઘુ ગ્રહો એકજ મોટા ગ્રહના ટુકડા છે અને બંનેની કક્ષાના છેદન બિંદુ આગળ બીજા લઘુ ગ્રહ હોવા જોઈએ. ઈ. સ. ૧૮૦૪ માં જુનો નામનો ત્રીજો લઘુ ગ્રહ શોધી કાઢવામાં આવ્યો અને વેસ્ટા નામનો ગ્રહ જે મોટામાં મોટો અને તેજસ્વી લઘુ ગ્રહ છે તે ડોક્ટર ઓલ્બર્સે પોતે ઈ. સ. ૧૮૦૭ માં શોધી કહાડયો. ચાર પછી ઘણી મહેતન કરવામાં આવી પણ ૩૮ વર્ષ સુધી એકે ગ્રહ જડયો નહિ. ઈ. સ. ૧૮૪૫ માં હેન્કી નામનો એક ખગોળશાસ્ત્રી પોતાની મોજને ખાતર ગ્રહોની નિરીક્ષા કરતો હતો. તેણે એસટ્રા નામનો એક લઘુ ગ્રહ શોધી કહાડયો. ઈ. સ. ૧૮૪૬ નું વર્ષ નેપચ્યુન ગ્રહની શોધને લીધે પ્રખ્યાત છે અને તે વર્ષમાં તો બધાજ ખગોળશાસ્ત્રીનું ધ્યાન તે ઉપર ખેંચાયું હતું તેથી તે વર્ષમાં કોઈ નવો લઘુ ગ્રહ શોધાયો નહોતો. ઈ. સ. ૧૮૪૭ માં પાછા બીજા ત્રણ લઘુ ગ્રહો જડયા અને ત્યાર પછી તો એકે વર્ષ એવું જતું નથી કે જેમાં લઘુ ગ્રહ જડતા નથી. કોઈ કોઈ વર્ષમાં તો ૨૫ થી ૩૦ સુધી પણ લઘુ ગ્રહ જડ્યા. છે. ઈ. સ. ૧૯૦૬ ના પેરિસના એક પંચાગમાં તેનો નંબર ૫૭૦ આપેલો છે અને ત્યાર પછીના આ ત્રણ વર્ષમાં તો ઘણા જડયા છે. હવે જે બાકી રહેલા છે તે તો ઘણાજ નાના છે અને તેઓને ફોટોગ્રાફીની મદદથી પકડવામાં આવે છે. એક રીતે જોઇએ તો આ લઘુ ગ્રહો ખગોળશાસ્ત્રીને બોજા રૂપ છે. મોટા આઠ ગ્રહની કક્ષા શોધી કહાડવી અને તે દરેકનું

સ્થાન શોધી કહાડવું અને આ ૫૦૦, ૬૦૦ લઘુ ગ્રહોની કક્ષા શોધી કહાડવી અને તે દરેકનાં સ્થાન શોધી કહાડવાં!! પણ જર્મનીમાં એક મંડળ દર વર્ષ ફક્ત આ લઘુ ગ્રહોનાં સ્થાનજ શોધી કહાડવામાં રોકાયલું છે.

દરેક લઘુ ગ્રહને નંબર આપવામાં આવેલો છે અને તે (૧) આ પ્રમાણે લખવામાં આવે છે. જે પહેલાં શોધી કહાડવામાં આવ્યો છે તે સીરીસ (૧) લખાય છે. ગ્રીક લોકોના પુરાણોમાંથી દેવીઓનાં નામ શોધી કહાડી આ લઘુ ગ્રહોને અસલ આપવામાં આવ્યાં હતાં, પણ એ નામની સંખ્યા ઘટી ગઈ ત્યારથી તેઓને આંકડા આપવા શરૂ કર્યા અને તે વખતે બધાનેજ પહેલેથી આંકડા આપવામાં આવ્યા. કેટલાંક જુનાં નામ તો એવાં છે કે તેનો ઉચ્ચાર કરતાં પણ આપણને હરકત પડે છે–ઝેન લીપી, વિન્ડોબોના.

સ્વેડસ્ટ્રુપ નામના ખગોળશાસ્ત્રીની ગણત્રી પરથી લઘુ ગ્રહનું સરાસરી અંતર ૨૪,૬૦,૦૦,૦૦૦ માઇલ અને તેની પ્રદક્ષિણાનો સરાસરી કાળ ૪$\frac{1}{2}$ વર્ષ છે એવું માલમ પડયું છે. એડબર્ટા (૩૩૦) નામનો જે લઘુ ગ્રહ છે તે સૌથી ઓછે અંતરે (૧૯,૪૨,૭૦,૦૦૦ માઇલ) છે અને થુલ (૨૭૯) સૌથી વધારે અંતરે ૪૦,૦૦,૦૦,૦૦૦ માઇલ છે. આ લઘુ ગ્રહોની કક્ષા ઘણીજ લંબગોળ છે અને જુદે જુદે ખુણે ક્રાંતિવૃત્તને છેદે છે.

આ ગ્રહો એટલા તો નાના છે કે તેનો વ્યાસ શોધી કહાડવા મુશ્કેલ છે. પીકરીંગે વેસ્ટાનો વ્યાસ ૩૧૯ માઇલ શોધ્યો છે. ઈ. સ. ૧૮૯૪–૯૫ માં બરનાર્ડે લીકના દૂરબીન વડે સીરીસ, પાલાસ, જુનો અને વેસ્ટાના વ્યાસ શોધ્યા છે અને તે નીચે પ્રમાણે છે– સીરીસનો વ્યાસ ૪૮૫ માઇલનો પાલાસનો ૩૯૪, જુનાનો ૧૧૮ અને વેસ્ટાનો ૨૪૭ માઇલ છે. એ સિવાય બાકીના બધા તો ૧૦૦ માઇલથી નાના વ્યાસના છે, અને જે ઘણા નાના છે તેનો વ્યાસ તો ૧૦ માઇલથી પણ ઓછા ધારવામાં આવે છે. લેવેરીઅર એ બધાનો એકત્ર રજકણ સમૂહ પૃથ્વીના રજકણ સમૂહથી $\frac{1}{4}$ ગણો છે, અને રેવેની (૧૮૯૬) પૃથ્વીના રજકણ સમૂહથી $\frac{1}{125}$ ગણે છે.

એની ઉત્પતિ વિષે જુદા મતો છે. એક મત એવો છે કે નિહારિકાનો સમૂહ જે એકઠો થવો જોઇતો હતો તે પૃથ્વીની માફક એકઠો થઇ

શકયો નહિ અને તેના નાના નાના ગ્રહો બન્યા છે. એ નિહારિકા વીંટીના આકારમાં સૂર્યની આસપાસ ફરતો હતો અને એમાંથી જેમ જેમ ભાગ ઘટ થતો ગયો તેમ તેમ લઘુગ્રહ ઉત્પન્ન થતા ગયા. આ વીંટીને તુટી જવાનું કારણ ફક્ત બૃહસ્પતિનું આકર્ષણ છે. બીજો મત એવો છે કે મંગળ જેવો એક મોટો ગ્રહ મગળ અને બૃહસ્પતિની વચ્ચે ફરતો હતો અને તેના કટકા થઈ ગયલા છે. આ બીજા મત વિષે એવું કહેવામાં આવે છે કે જો ગ્રહના કટકા થઈ ગયા હોય તો એકી વખતે એ કટકા થયેલા હોવા જોઇએ નહીં. કટકામાંથી કટકા ઉત્પન્ન થયેલા એમ ધારવામાં આવે છે આ બેમાંનો કયો મત ખરો છે અને કયો ખોટો છે એ હજુ નક્કી થયું નથી, બન્ને પક્ષના શાસ્ત્રીઓ પોતાનો મત સિદ્ધ કરવાને માટે બનતા પ્રયાસ કરતા જાય છે.

આમાંના કેટલાક લઘુ ગ્રહ ઘણા અગત્યના છે કારણ કે તેઓ સૂર્યનું અંતર શોધી કહાડવામાં મંગળ અને શુક્ર જેટલાજ ઉપયોગી છે. ઈ. સ. ૧૮૯૮ના ઑગસ્ટની ૧૩ મીએ જે ગ્રહ શોધી કહાડવામાં આવ્યો હતો તે લઘુગ્રહ **ઈરોસ** સર્વથી ઉપયોગી છે કારણ કે તે શુક્ર કરતાં પણ કોઇક વખતે આપણી વધારે પાસે આવે છે.

આ બધામાં ૨૨ લઘુ ગ્રહ ઘણાજ ભાગ્યશાળી છે કારણ કે પ્રોફેસર વૉટસન જેણે તે શોધી કહાડયા છે તેણે તેની બરાબર તપાસ રાખવા તથા તે દરરોજ કયે સ્થાને છે તે ગણત્રી કરવા એક મોટું ફંડ અમેરીકન નેશનલ ઍકેડેમી ઑફ સાયન્સીઝને સોંપ્યું છે.

બૃહસ્પતિ.

અત્યાર લગી જે ગ્રહો વિષે આપણે વાંચ્યું તેઓનો અનુક્રમ સૂર્યથી તેના અંતરના પ્રમાણમાં છે, અને તે અનુક્રમ પ્રમાણે લઘુ ગ્રહો પછી બૃહસ્પતિ આવે છે. જો સૌથી મોટો ગ્રહ તે પહેલો એવી ગોઠવણ રાખવામાં આવી હોત તો બૃહસ્પતિ સૌથી પહેલો આવત, કારણ કે બધા ગ્રહોને એકઠા કરીએ તો તેના કરતાં ગુરૂ મોટો થાય છે. બૃહસ્પતિથી કદમાં ઘણો ઉતરતો શનિ છે અને તેનાથી કદમાં ઘણા ઉતરતા યુરેનસ અને



આકૃતિ ૬૩ મી.
લઘુ ગ્રહના માર્ગ.

નેપચ્યુન છે. એ બધા ગ્રહોથી કદમાં પાછી પૃથ્વી ઘણીજ ઉતરતી છે. આપણી પૃથ્વી કરતાં બૃહસ્પતિ ૧૩૦૦ ગણો મોટો છે. જો પ્રકારા પ્રમાણે અનુક્રમ રાખ્યો હોત તો પહેલાં શુક્ર આવતે અને ત્યાર પછી ગુરૂ આવતે.

અંતરઃ—સૂર્યથી એનું સરાસરી અંતર ૪૮,૩૦,૦૦,૦૦૦ માઇલ છે એટલે એનું સરાસરી અંતર પૃથ્વીના અંતર કરતાં પાંચ ગણું મોટું છે. એનું વધારેમાં વધારે અંતર ૫૦,૪૦,૦૦,૦૦૦ માઇલ અને ઓછામાં ઓછું અંતર ૪૬,૨૦,૦૦,૦૦૦ માઇલ છે. એનો સરાસરી વ્યાસ ૮૮,૨૦૦ માઇલ છે. આપણી પૃથ્વી કરતાં એ વધારે ચપટો છે. એનો વિષુવ વ્યાસ ૮૯,૬૦૦



આકૃતિ ૬૪ મી.

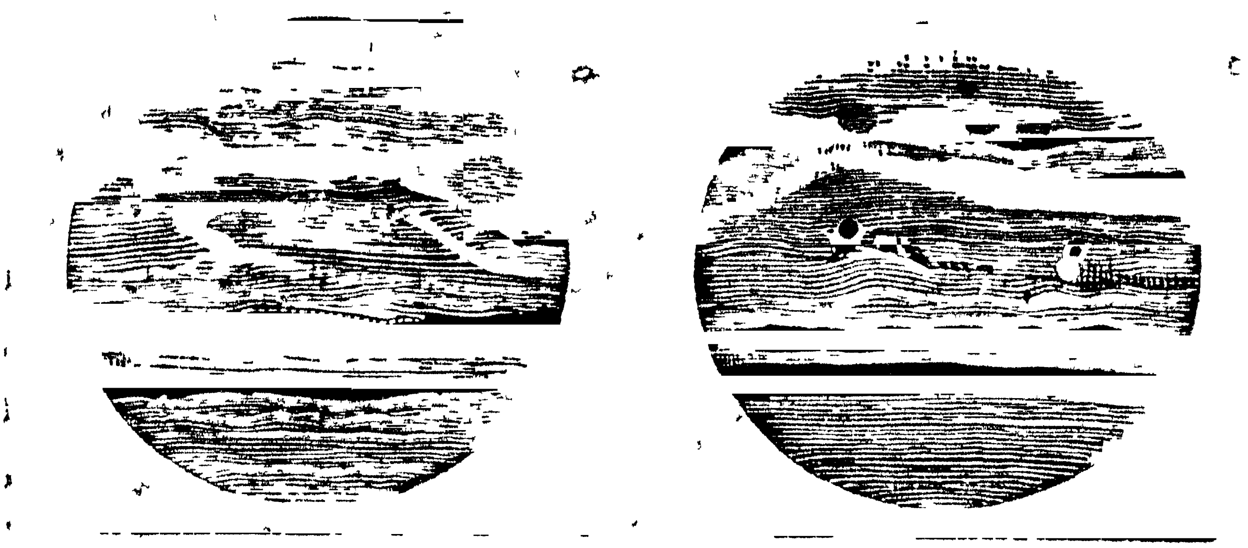
પૃથ્વી અને બૃહસ્પતિ.

માઇલ અને એના ધ્રુવનો વ્યાસ ૮૪,૪૦૦ માઇલ છે. પૃથ્વીના એ બે વ્યાસની વચ્ચે ૨૫ કે ૨૬ માઇલનો ફેર છે, ત્યારે ગુરૂના એ બે વ્યાસની વચ્ચે ૫૨૦૦ માઇલનો ફેર છે. એટલે બૃહસ્પતિ પર નજર કરતાંની સાથેજ એ ચપટગોળ માલમ પડે છે.

પ્રદક્ષિણાનો કાળ અને ધરી પર ફરવાનો કાળ:—એનો પ્રદક્ષિણાનો કાળ લગભગ બાર વર્ષ (૧૧·૮૬ વર્ષ) છે. જેમ ગ્રહ સૂર્યથી દૂર હોય છે તેમ તેનો ફરવાનો માર્ગ મોટો અને ફરવાની ગતિ ઓછી હોય છે. મંગળ દર સેકંડે પોતાની કક્ષામાં ૧૫ માઇલ ચાલે છે અને બૃહસ્પતિ દર સેકંડે ૮ માઇલ ચાલે છે. ઉપર લખેલા બે કારણને લીધે બૃહસ્પતિ પોતાની કક્ષામાં ફરતાં બાર વર્ષ લે છે, અને એજ કારણને લીધે આપણું સિંહસ્થ વર્ષ બાર વર્ષે આવે છે. બૃહસ્પતિ એક વખત સિંહ રાશીમાં દાખલ થાય ત્યાર પછી પાછો બાર વર્ષે સિંહ રાશીમાં આવે છે, અને બાર

વર્ષે બાર રાશીમાં ફરી રહે છે. માટે એક રાશીમાં ફરતાં એને એક વર્ષ લાગે છે અને તેથીજ સિંહસ્થ એક વર્ષ ચાલે છે. એ ગ્રહ ઘણોજ ચપટો છે અને જેમ ગ્રહ ચપટો તેમ તેની ધરી પર ફરવાની ગતિ વધારે હોય છે. આ ગ્રહ પોતાની ધરી પર ૯ કલાક અને ૫૫ મિનીટમાં ફરી રહે છે. એનો વિષુવ વ્યાસ પૃથ્વીના વિષુવ વ્યાસ કરતાં ૧૧ ગણો મોટો છે તે ઉપરથી પૃથ્વીની વિષુવવૃત્ત પર જે ગતિ છે તે કરતાં બૃહસ્પતિની તેના વિષુવવૃત્ત પર ૨૭ ગણી ગતિ છે. વળી એના બધા ભાગો એક સરખા વખતમાં ધરી પર ફરી રહેતા નથી. સૂર્યની માફક વિષુવવૃત્ત પરના ભાગો ધ્રુવના ભાગો કરતાં વધારે જલદાથી ફરી લે છે. એની કક્ષાની સપાટી અને એના વિષુવવૃતની સપાટી વચ્ચે માત્ર ૩° અંશનો ખુણો થાય છે તેથી બૃહસ્પતિ પર આપણી માફક જુદી જુદી ઋતુ નથી. આપણી પૃથ્વી પર સૂર્યનું જેટલું તેજ અને ગરમી પડે છે તેના ૨૭ મા ભાગે તેજ અને ગરમી બૃહસ્પતિ પર પડે છે.

દેખાવઃ—નરી આંખે અને તેમાં ખાસ પ્રતિયોગ વખતે આ ગ્રહ ઘણોજ પ્રકાશિત લાગે છે. માત્ર શુક્ર બાદ કરીએ તો એના જેવો પ્રકાશિત બીજો કોઈ પણ ગ્રહ નથી. સીરીઅસ જે સૌથી વધારે પ્રકાશિત તારો છે તેના કરતાં પણ આ ગ્રહ ચાર પાંચ ગણો તે વખતે પ્રકાશિત હોય છે. એનું તેજ સફેદ છે અને તેમાં જરા પીળાશ રહેલી છે. સારી આંખવાળા ખુલ્લી હવાની અંદર એનો એક ઉપગ્રહ જોઈ શકે છે. નાના દૂરબીનમાં પણ એનો દેખાવ ઘણો સુંદર લાગે છે. મોટા દૂરબીનમાં તો એ ઘણોજ ભવ્ય દીસે છે. એના ઉપર કેટલાક સમાંતર બેલ્ટસ (પટાઓ) દેખાય છે અને તેમાં વિષુવવૃત્ત પરના પટા ઘણાજ ખુલ્લા દેખાય છે. આ બેલ્ટોનો રંગ કાળો હોય છે. મોટા દૂરબીનમાં એ બેલ્ટો (પટાઓ) રતાશ પડતી દેખાય છે. એ કાળાશનું કારણ એ છે કે બૃહસ્પતિ પર વાદળ છે અને તે પર જે જગ્યાએ એક જાતનાં કાળાં વાદળાં આવી રહેલાં છે તે જગ્યા કાળી દેખાય છે. જે ભાગ સફેદ દેખાય છે તે ભાગ પર કાળાં વાદળાં હોતાં નથી પણ સફેદ વાદળાં હોય છે અને તેથી તે પ્રકાશિત દેખાય છે.



આકૃતિ ૬૫ મી.

બૃહસ્પતિ.

જ્યારે કેટલાક કલાક સુધી બૃહસ્પતિ જોયા કરીએ છીએ ત્યારે બેલ્ટોમાં ફેરફાર માલમ પડે છે. એ ફેરફારનું કારણ એ છે કે જેમ ગ્રહ ધરી પર ફરતો જાય છે તેમ નવો ભાગ દેખાતો જાય છે. પણ કેટલીક વખત તો નવા બેલ્ટો દેખાય છે અને જુના અદૃશ્ય થાય છે. જો બારીકીથી નિરીક્ષા કરીશું તો માલમ પડશે કે ગુરૂ પર કંઈ પણ સ્થાઈ નજર પડતું નથી. મંગળ પર જે કંઈ જોઈએ છીએ તે સ્થાઈ છે અને તેથી મંગળનો નકશો બનાવવો સહેલો છે. પણ બૃહસ્પતિ પર થતા ફેરફારને લીધે એનો નકશો બનાવવો મુશ્કેલ છે અને તે એટલે લગી કે આજનો બનાવેલો નકશો આવતી કાલે નકામો પડે છે. એના પર એક રાતો ડાઘો છે તે લગભગ સ્થાઈ જેવો છે. ઈ સ. ૧૮૭૮ ના જુલાઈ મહિનામાં પ્રોફેસર પ્રીચેટે એની નિરીક્ષા કરી એનું સ્થાન જાહેર કર્યું હતું અને ત્યારથી એ ડાઘો તે સ્થાને બરાબર દેખાય છે. એ ડાઘો ૩,૦૦,૦૦૦ માઇલ લાંબો અને ૭૦૦૦ માઇલ પહોળો દક્ષિણ ગોળાર્ધમાં આવેલો છે. એ ડાઘાના પ્રકાશમાં ફેરફાર થયાજ કરે છે. ઈ. સ. ૧૮૮૩-૮૪, અને ૯૨માં એનું તેજ તદનજ ઝાંખું પડી ગયું હતું. એ ડાઘો શાથી ઉત્પન્ન થયો છે તે હજી નક્કી જણાયું નથી. કોઈ કહે છે કે ગ્રહના ઉપર કંઈ ફેરફારોને લીધે ગરમ થયલી હવા ઉપર આવે છે અને

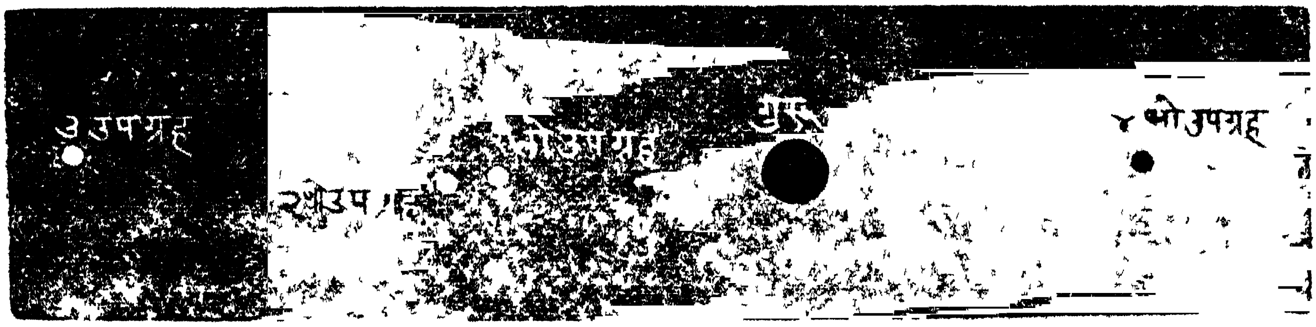
તે વાદળાં ખસેડી નાંખે છે. આ ઉપરાંત બીજા નાના મોટા કાળા અથવા સફેદ ડાઘા દેખાય છે. તેઓ હંમેશ ગોળ અથવા લંબગોળ હોય છે. કદાચ તેઓ વાદળાં હશે અને બીજાં વાદળાં કરતાં ઉંચી સપાટીએ દેખાય છે. તેઓની ગતિ જુદીજ છે એટલે તેઓને ગ્રહ જોડે કંઈ સંબંધ નથી એમ નક્કી થાય છે.

પૃથ્વી પર જે વાવાઝોડાનાં તોફાન થાય છે તે બધાં સૂર્યની ગરમીને લીધે છે. સૂર્યનાં કિરણો મોટાં રણો પર પડે છે અને તેથી હવામાં ફેરફાર થાય છે. તોફાનની જોડે વરસાદ પડે છે તેનું કારણ પણ સૂર્યની ગરમી છે. બૃહસ્પતિ પર પૃથ્વીના કરતાં વધારે જોરમાં તોફાનો થાય છે અને સૂર્યની ગરમી તો તે ઉપર પૃથ્વી પર પડે છે તેના ૨૭ મા ભાગ કરતાં પણ ઓછી છે. એ તોફાનોને માટે ગરમીની જરૂર છે અને જ્યારે સૂર્યની ગરમી નથી ત્યારે એ ગ્રહને પોતાની કંઇક ગરમી હોવી જોઈએ. આપણી પૃથ્વી ઠંડી પડી ગયલી છે પણ બૃહસ્પતિ ઠંડો પડી ગયલો નથી. વળી એ પૃથ્વીની માફક નક્કર પણ નથી. જો એ પૃથ્વી જેટલો સંગીન હોત તો તેનું વિશેષ-ગુરૂત્વ પૃથ્વી જેટલું હોત. આપણી પૃથ્વી કરતાં એ ૧૩૦૦ ગણો મોટો છે પણ વજનમાં આપણી પૃથ્વી કરતાં ૩૧૬ ગણો છે. એવું ધારવામાં આવે છે કે એનો પદાર્થ પ્રવાહી સ્થિતિમાં છે અને પદાર્થો ઉકળતી સ્થિતિમાં છે. જેમ સૂર્યમાં પદાર્થો અંદરથી બહાર આવી પાછા અંદર પડે છે તેમ બૃહસ્પ-તિમાં થવું જોઇએ. જે જે ગ્રહો વિશેષગુરૂત્વના પ્રમાણમાં મોટા કદના છે તે બધાજ ગરમ સ્થિતિમાં છે એમ સિદ્ધ થયેલું છે. પણ એ એટલો બધો ગરમ નથી કે એને પોતાનું તેજ છે. જો એને પોતાનું તેજ હોત તો એના ચંદ્રોનું ગ્રહણ કદી પણ થાત નહિ કારણ કે પ્રકાશિત પદાર્થનો પડછાયો પડતો નથી.

પૃથ્વી પર જેવા પ્રાણીઓ દેખાય છે તેવા પ્રાણીઓ આ ગરમ ગ્રહ પર રહી શકેજ નહીં. વળી એ ઉપર એટલાં બધાં તોફાનો (હવામાં) થાય છે, કે આપણા જેવા જીવોને એ રહેવા લાયક નથી. થોડા વખત પછી જ્યારે એ ગ્રહ ઠંડો પડી જશે, વાદળાંઓ અદૃશ્ય થશે અને સમુદ્ર બનશે અને ગ્રહ ઠંડો થવાથી નક્કર જમીન ઉત્પન્ન થશે તે વખતે એ ઉપર મનુષ્ય

રહેશે એવો સંભવ છે, આપણી પૃથ્વી પણ એક વખતે એના જેવીજ ગરમ હતી અને એ ઉપર કોઈ પણ રહેતું નહીં.

ઉપગ્રહો:—બૃહસ્પતિને આઠ ઉપગ્રહ છે. તેમાંના ચાર ગેલીલીઓએ દૂરબીન બનાવ્યું ત્યારનાજ જડયા છે. દૂરબીનની પહેલી શોધ એ ચાર ઉપગ્રહ છે. કેટલાકો કહે છે કે જો આંખની શક્તિ સારી હોય તો એ ઉપગ્રહો નરી આંખે જોઈ શકાય છે. પણ એનો જવાબ એ છે કે જ્યાં સુધી ગેલીલીઓએ એને દૂરબીન વતી શોધી કહાડયા નહોતા ત્યાં સુધી કોઈ પણ એને જાણતું નહોતું. આ ચારનાં નામ અંદરથી બહાર આવતાં પહેલો, બીજો, ત્રીજો અને ચોથો એ પ્રમાણે છે. બીજો નંબર આપણા ચંદ્ર જેવડો છે અને ત્રીજો લગભગ મંગળ જેવડો છે.

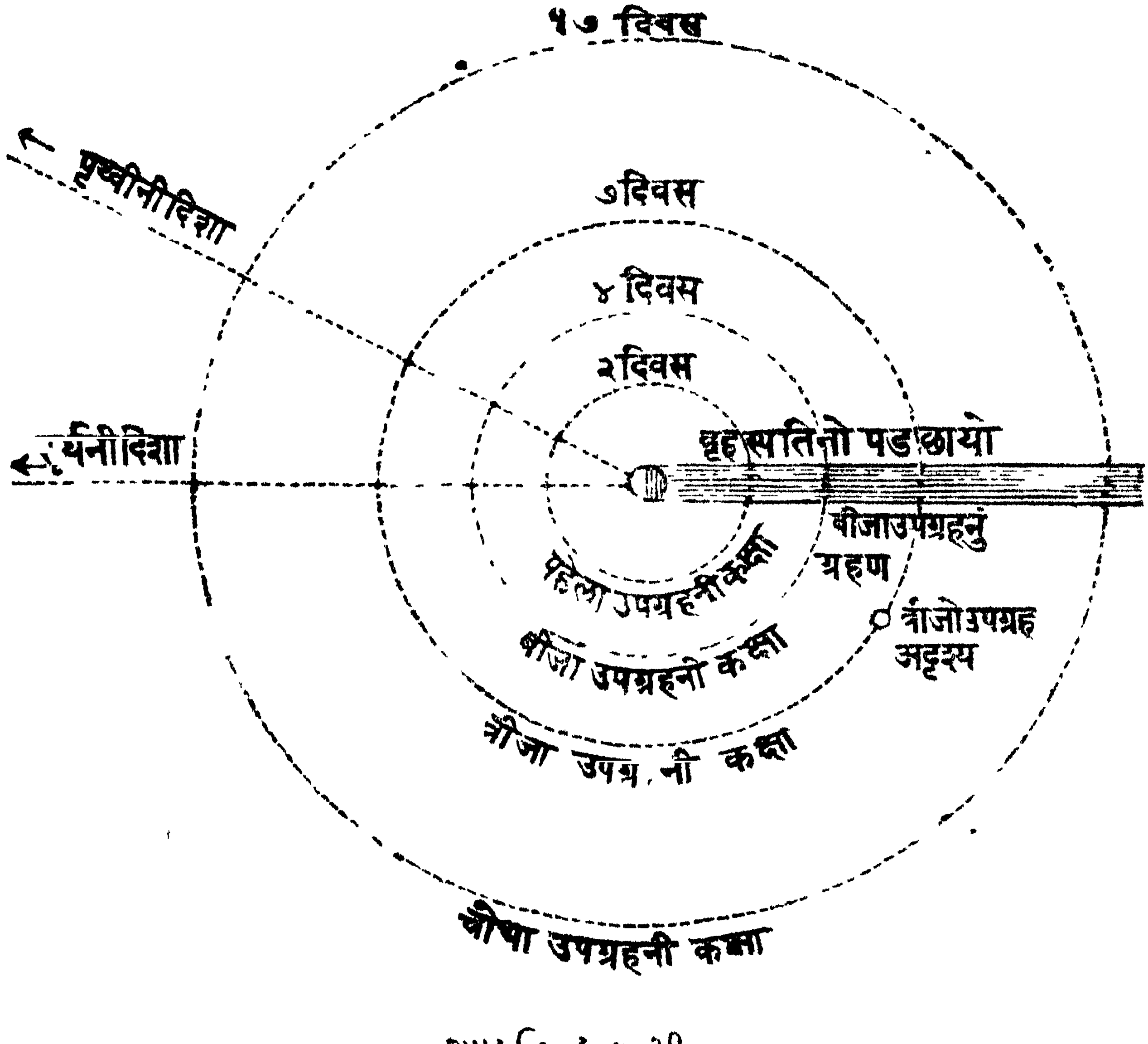


આકૃતિ ૬૬ મી.

બૃહસ્પતિ અને તેના ચાર ચંદ્ર.

ઈ. સ. ૧૬૧૦ માં ગેલીલીઓએ એ ચાર ઉપગ્રહ શોધી કહાડયા ત્યાર પછી ૨૮૨ વર્ષે પ્રોફેસર બરનાર્ડે લીક વેધશાળામાં પાંચમો ઉપગ્રહ શોધી કહાડયો. એ એટલો બધો તો નાનો છે અને ગ્રહની એટલો તો પાસે છે કે સાધારણ દૂરબીનમાંથી જોઈ શકાતો નથી. ૧૮ થી ૨૦ ઈંચના વ્યાસવાળા કાચના દૂરબીનમાંજ એ જડે છે. એનું અંતર ૧,૧૨,૪૦૦ માઇલ છે અને જે ઉપગ્રહો આગળ શોધવામાં આવેલા છે તેનાથી ઓછે અંતરે છે. ત્યાર પછી ઈ. સ. ૧૯૦૫ ના જાન્યુઆરીમાં પ્રોફેસર પેરીને પાછો લીક વેધશાળામાં છઠ્ઠો ઉપગ્રહ શોધી કહાડયો. આની કક્ષા ઘણીજ મોટી છે. સાતમો ઉપગ્રહ પણ એજ પ્રોફેસરે એ વર્ષના ફેબ્રુઆરીમાં શોધી કહાડયો હતો. ત્યાર પછી ઈ સ. ૧૯૦૯ માં આઠમો ઉપગ્રહ ગ્રીનવીચ વેધશાળામાં ફોટોગ્રાફની મદદવાં શોધી કહાડવામાં આવ્યો છે.

ઉપગ્રહના વ્યાસ, વખત, વગેરેઃ—પહેલા ઉપગ્રહનો વ્યાસ ૨૪૦૦ માઇલ કરતાં સહેજ વધારે છે. બીજાનો વ્યાસ આપણા ચંદ્ર જેવડો છે. ત્રીજો અને ચોથો ૩૬૦૦ અને ૩૦૦૦ માઇલના વ્યાસના છે. પાંચમા, છઠ્ઠા અને સાતમા ઉપગ્રહના વ્યાસ ઘણાજ નાના છે અને તે હજુ બરાબર નક્કી થયલા નથી. ૬૭ મી આકૃતિમાં ચાર ઉપગ્રહનાં અંતર દર્શાવેલા છે અને તેની કક્ષા ઉપર તેઓના પ્રદક્ષિણાના કાળ પણ બતાવેલા છે.



આકૃતિ ૬૭ મી.

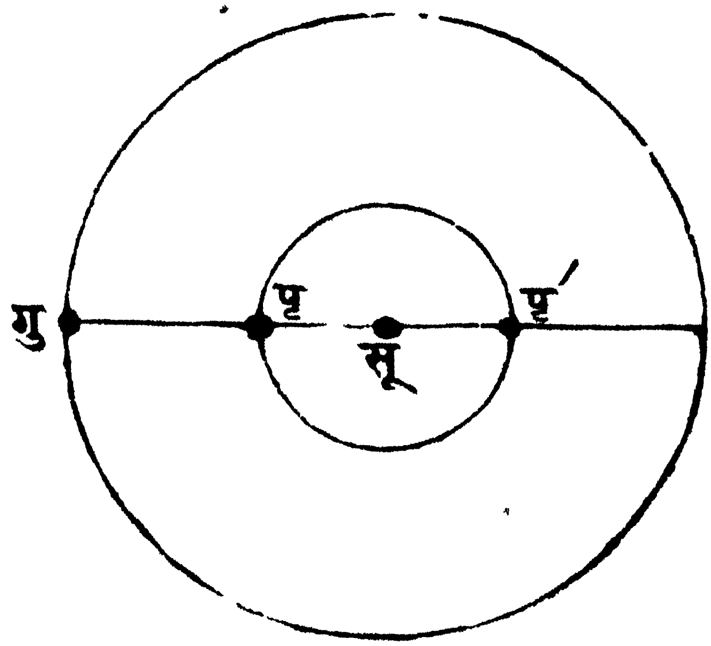
ચાર ઉપગ્રહોનાં ગ્રહણો વગેરે.

ઉપલી આકૃતિમાં બૃહસ્પતિના ઉપગ્રહનાં ગ્રહણ, સંક્રમણ અને **ઓકલ-ટેશન** (અદૃશ્યપણું) બતાવેલાં છે, કાળો પડછાયો તે બૃહસ્પતિને લીધે

ઉત્પન્ન થયલો છે, સૂર્યના અંતરને લીધે આ પડછાયો ઘણાજ અંતર સુધી જાય છે અને દરેક ઉપગ્રહ એ પડછાયામાં આવી શકે છે. આ આકૃતિમાં બીજો ઉપગ્રહ એના પડછાયામાં છે તેથી તેનું ગ્રહણ થયેલું ગણાય છે. જ્યારે ઉપગ્રહ પડછાયામાં હોતો નથી અને ગ્રહના વચ્ચે આવવાને લીધે પૃથ્વી પરથી દેખાતો નથી ત્યારે તે ગ્રહનું **ઓકલટેશન** થયું એમ કહેવાય છે. જ્યારે કોઈ પણ આકાશી પદાર્થ બીજા આકાશી પદાર્થના વચમાં આવવાથી દેખાતો નથી અને તે વખતે પેલા બીજા આકાશી પદાર્થના પડછાયામાં પણ તે હોતો નથી ત્યારે તે પેહેલાનું ઓકલટેશન થયેલું કહેવાય છે. આ આકૃતિમાં ત્રીજો ઉપગ્રહ એ પ્રમાણે પૃથ્વી પરથી દેખાતો નથી તેથી તેનું ઓકલટેશન થયેલું કહેવાય છે. વળી એક ત્રીજો દેખાવ ઉત્પન્ન થાય છે અને તે સંક્રમણ કહેવાય છે. જ્યારે કોઈ ઉપગ્રહ બરાબર ગ્રહ અને સૂર્યની વચ્ચે આવે છે ત્યારે તે બિંદુ જેવો ગ્રહની સપાટી પર દેખાય છે અને તે વખતે તે ઉપગ્રહનું સંક્રમણ થયેલું કહેવાય છે. એવા વખતે તેનો પડછાયો ગ્રહના બિંબ પર પડે છે. આમાંના પહેલા ત્રણ ઉપગ્રહોની કક્ષા ગ્રહની કક્ષાની લગભગ સપાટીમાં જ છે તેથી તેઓનું દર પ્રદક્ષિણા વખતે ગ્રહણ થાય છે.

આ ગ્રહણોનો ખરો ઉપયોગ પ્રકાશની ગતિ શોધી કહાડવામાં થયેલો છે. ઈ. સ. ૧૬૭૫ માં રોમર નામના ખગોળશાસ્ત્રીએ આ ગતિ શોધી કહાડી હતી. અગર જો કે એના વખતના વિદ્વાનોએ એની શોધની અંદર કંઈ પણ સત્યતા જોઈ નહોતી તોપણ તેના મરણ પછી જ્યારે બ્રેડલીએ પ્રકાશવિક્ષેપ યંત્ર શોધી કહાડયું ત્યારે રોમરની શોધ દરેકને કબુલ રાખવી પડી હતી. જો બૃહસ્પતિ અને પૃથ્વી બન્ને એકજ સરખે અંતરે રહેતા હોત તો બૃહસ્પતિના ઉપગ્રહોનાં ગ્રહણ બરાબર એકજ નીમેલે વખતે દેખાયા કરતા; પણ હંમેશા ઉપગ્રહોનાં ગ્રહણના વખતમાં ફેરફાર માલમ પડતો દેખાતો તેથી રોમરે એનાં કારણની શોધ કરવા માંડી. એને માલમ પડયું કે જેમ જેમ ગ્રહ પ્રતિયોગ પછી દૂર જવા માંડયો તેમ તેમ દરેક ઉપગ્રહનું ગ્રહણ નીમેલા વખત કરતાં મોડું દેખાવા લાગ્યું અને તેમાં પહેલા ઉપગ્રહનું ગ્રહણ જેટલું મોડું, તેટલુંજ બીજા ઉપગ્રહનું, તેટલુંજ ત્રીજા ઉપગ્રહનું અને તેટ-

હુંજ ચોથા ઉપગ્રહનું મોડું હતું. છેક બૃહસ્પતિના યોગ વખતે તફાવત એને ૨૨ મીનીટ લાગ્યો. એની પાસે યંત્રો સારાં ન હોવાને લીધે એને આટલો બધો વખત માલમ પડયો હતો. હાલની શોધ ખોળ અને બારીક યંત્રની મદદથી એ તફાવત ૧૬ મીનીટ લાગે છે. યોગ પછી ગ્રહણો જલદી થવાં લાગ્યાં અને એક બાજુએ જેટલા મોડાં થતાં હતાં તેટલાંજ બીજી બાજુએ ઝડપથી થવાં લાગ્યાં અને આખરે પ્રતિયોગ વખતે પાછા નીમેલે વખતે ગ્રહણો દેખાવવા લાગ્યાં.



આકૃતિ ૬૮ મી.

પ્રકાશની ગતિ.

ગુ બૃહસ્પતિ, **પૃ** પૃથ્વી અને **સૂ** અને સૂર્ય છે. ઉપલી આકૃતિમાં પ્રતિયોગ વખતે બૃહસ્પતિ અને પૃથ્વીની વચ્ચે **ગુ પૃ** જેટલું અંતર છે અને યોગ વખતે પૃથ્વી અને બૃહસ્પતિ વચ્ચે **પૃ' ગુ** અંતર છે. આ બે સ્થાન વચ્ચેનું અંતર **પૃ' ગુ–પૃગુ**=પૃથ્વીની કક્ષાના વ્યાસ જેટલું છે. યોગ વખતે ગુરૂના કિરણને પૃથ્વીની કક્ષાના વ્યાસ જેટલી આ કારણને લીધે વધારે મુસાફરી કરવી પડે છે, એટલે કે સૂર્યના પ્રકાશને આવતાં જેટલો વખત લાગે તેથી એવડો વખત વધારે ગુરૂનાં કિરણને લાગવો જોઈએ. ગુરૂને આ વધારે વખતે ૧૦૦૦ સેકંડ છે તો સૂર્યના પ્રકાશને પૃથ્વી પર

આવતાં ૫૦૦ સેકંડ અથવા ૮ મીનીટ ૨૦ સેકંડ લાગે છે. આ ઉપરથી પ્રકાશની ગતિ દર સેકંડે $\frac{૯૩૦૦૦૦૦૦}{૫૦૦}$=૧૮,૬૦૦ માઇલ ધારવામાં આવી છે.

બૃહસ્પતિના ઉપગ્રહના સંબંધમાં એક એવી શોધ થયેલી છે કે તેઓ આપણા ચંદ્રની માફક એકજ બાજુ ગ્રહ તરફ રાખી ફરે છે એટલે એ ઉપગ્રહોનો ધરી પર ફરવાનો વખત અને પ્રદક્ષિણાનો વખત ચંદ્રની માફક એકજ સરખો છે.

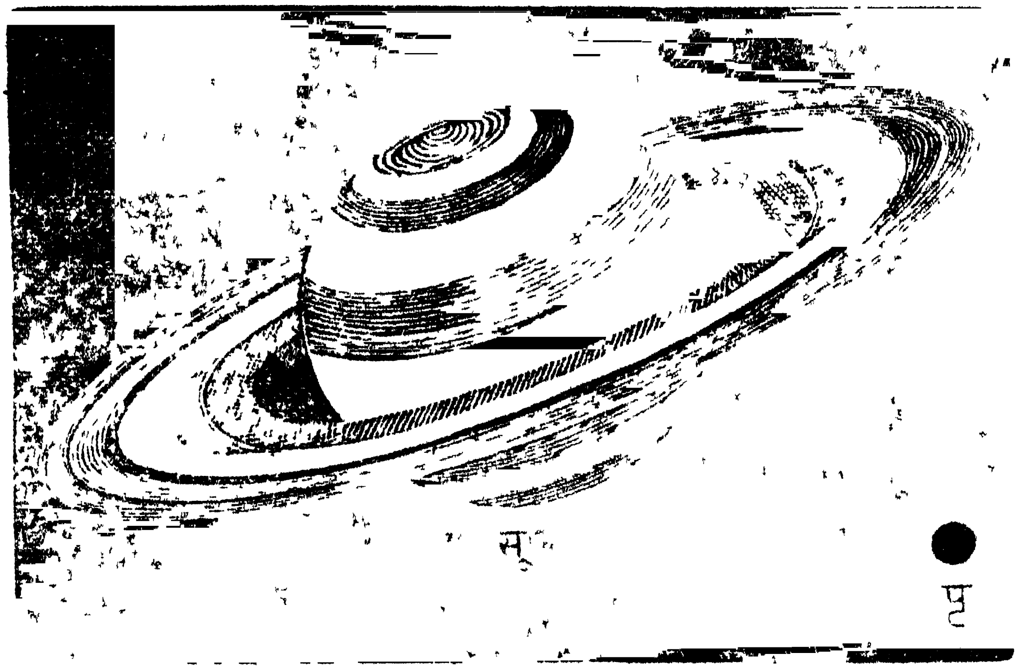
ગેલીલીઓએ બૃહસ્પતિના ચાર ઉપગ્રહની શોધ કરી તેથી કોપરનીકસના સિદ્ધાંતને ઘણી પુષ્ટી મળી હતી. કોપરનીકસે જાહેર કર્યું હતું કે બધા ગ્રહો સૂર્યની આજુબાજુ ફરે છે. આ સિદ્ધ કરવું ઘણું મુશ્કેલ કામ છે પણ જ્યારે લોકોએ આ ઉપગ્રહોને બૃહસ્પતીની આજુબાજુ ફરતા જોયા કે તરતજ તેઓએ કોપરનીકસનો સિદ્ધાંત કબુલ કર્યો. ગેલીલીઓએ જ્યારે આ શોધ જાહેર કરી ત્યારે લોકોએ તેને હસી કાઢયો હતો. કલેવિઅસ નામના એક વિદ્વાન ખગોળશાસ્ત્રીને એ વિષે ઘણોજ સંશય હતો. જ્યારે તેણે પોતાનાં દૂરબીનમાં નજરે ઉપગ્રહો જોયા ત્યારેજ તેણે ગેલીલીઓની શોધ કબુલ રાખી. એક વિદ્વાન એવો હતો કે તે દૂરબીનમાં જોવાનીજ ના પાડતો. તે બીતો હતો કે રખેને જોઇશ તો ગેલીલીઓની શોધ કબુલ કરવી પડશે. આ બીજો આદમી થોડો વખત રહી તરતજ મરણ પામ્યો ત્યારે ગેલીલીઓએ હસતાં હસતાં કહ્યું હતું કે હવે એ આદમી રસ્તે જોશે કે બૃહસ્પતિને ચાર ઉપગ્રહ છે.

શનિ.

સૂર્યથી ૮૮,૬૦,૦૦,૦૦૦ માઇલને અંતરે શનિ ગ્રહ આવેલો છે. અસલના લોકો એની કક્ષાને સૂર્યમાળાની સરહદ ગણતા હતા અને એની પછી બીજો કોઈ પણ ગ્રહ નથી એમ સમજતા.

અગર જો શનિ બૃહસ્પતિ જેટલો મોટો નથી તોપણ આપણી પૃથ્વી કરતાં ઘણોજ મોટો છે, અને બૃહસ્પતિ બાદ કરતાં બીજા બધા ગ્રહો કરતાં ઘણોજ મોટો છે. એના સુંદર દેખાવ આગળ બૃહસ્પતિ કંઈ પણ હિસાબમાં નથી. એની આજુબાજુ જે મેખળા દેખાય છે તેવી મેખળા કોઈ

પણ ગ્રહને નથી તેમજ આખા આકાશમાં કોઈ પણ પદાર્થને નથી. સર રૉબર્ટ બૉલ કહે છે કે આખા આકાશમાં ત્રણ ઘણાજ આનંદદાયક પદાર્થો છે અને તેમાંનો શનિ એક છે. બીજા બે ઓરાયન (મૃગશીર્ષ) નું નિહારિકા અને હરકયુલીસ (શૌરી) નક્ષત્રના તારાનો ઝુમખો છે. એનો સરાસરી વ્યાસ ૭૪,૦૦૦ માઇલ છે. એ પણ પૃથ્વીની માફક ધ્રુવ પર ચપટો છે. એનો ધ્રુવ પરનો વ્યાસ ૬૮,૦૦૦ માઇલ અને વિષુવવૃત્ત પરનો વ્યાસ ૮૫,૦૦૦ માઇલ છે. આ વ્યાસ પરથી ગણત્રી કરતાં માલમ પડે છે કે શનિની સપાટી પૃથ્વીની સપાટી કરતાં ૮૨ ગણી અને શનિનું કદ પૃથ્વીના કદ કરતાં ૭૬૦ ગણું છે.



આકૃતિ ૬૯ મી.

શનિ અને પૃથ્વી.

એનો પ્રદક્ષિણાનો કાળ ૨૯½ વર્ષ છે. એનો ધરી પર ફરવાનો વખત હજુ જોઈએ તેવો નક્કી થયલો નથી. ઈ. સ. ૧૮૭૬ માં પ્રોફેસર ઍસફ હૉલે એનો ધરી પર ફરવાનો વખત જે નક્કી કર્યો હતો તે ૧૦ ક.–૨૪મી.–૨૩·૮ સેકંડ છે. વળી ઈ. સ. ૧૮૯૩માં પ્રોફેસર સ્ટેન્લી વીલીઅમ્સની નિરીક્ષા ઉપરથી એમ સાબીત થયું છે કે શનિનો વિષુવવૃત્તવાળો ભાગ ઉત્તરના ભાગો કરતાં વધારે ઝડપથી ફરે છે. એનો રજકણ સમૂહ પૃથ્વીના રજકણ

સમૂહ કરતાં ૯૫ ગણો છે તે ઉપરથી એમ નક્કી થાય છે કે પૃથ્વીના જાતિયગુરૂત્વ કરતાં શનિનું જાતિય ગુરૂત્વ આઠમે ભાગે છે. બધા ગ્રહમાં એનું જાતિય ગુરૂત્વ ઘણુંજ ઓછું છે. એ ગુરૂત્વ એટલું બધું તો ઓછું છે કે પાણીની અંદર એ ગ્રહ મુક્યો હોય તો તે પાણી પર તર્યા કરશે;

આ કારણને લીધે આપણે અનુમાન કરીએ છીએ કે દૂરબીન વતી આપણે જે જોઈએ છીએ તે નક્કર સપાટી નથી પણ વાદળાંનું એક આવરણ છે, અને એનો અંદરનો ભાગ એટલે ગ્રહ ગરમ સ્થિતિમાં હોવો જોઈએ. એનું કદ આટલું બધું મોટું છે તેથી પણ એવું અનુમાન કરી શકાય કે બૃહસ્પતિની માફક એ પણ ગરમજ હોવો જોઈએ. વળી બૃહસ્પતિ કરતાં શનિનું જાતિય ગુરૂત્વ અડધું છે તે પરથી એવું પણ અનુમાન નીકળી શકે કે શનિ બૃહસ્પતિ કરતાં વધારે ગરમ હોવો જોઈએ.

શનિનું અંતર બૃહસ્પતિ કરતાં વધારે હોવાને લીધે એ ઘણો નાનો અને ઓછો પ્રકાશિત હોવો જોઈએ. તે છતાં નરી આંખે તો શનિ પહેલા વર્ગના તારા જેટલો પ્રકાશિત લાગે છે. જ્યારથી એની મેખળાની શોધ થઈ ત્યારથીજ એ ગ્રહની વધારે નિરીક્ષા થવા લાગી. ઈ. સ. ૧૬૧૦ માં ગેલીલીઓને દૂરબીનમાં માલમ પડયું કે શનિ બીજા ગ્રહ જેવો દેખાય છે પણ એના ત્રણ ભાગ છે અને એ ત્રણ ભાગો એક બીજાથી સરખે અંતરે છે. એમાંનો વચલો ભાગ મોટો છે અને આજુબાજુના બે નાના છે. તે એમ કહેતો કે આજુબાજુના એ ભાગો નોકર જેવા છે અને તે શનિની પાસે રહી તેની ખીદમતગારી ઉઠાવે છે. આવો નવાઈ જેવો દેખાવ જોઈ એણે એ નિરીક્ષા જારી રાખી અને આમ કરતાં બે વર્ષમાં તો એ બન્ને ભાગો અદૃશય થયા અને શનિ બૃહસ્પતિ જેવો દેખાવા લાગ્યો. તે વખતે એને જુની સ્કૂલના આદમીઓ જોડે ઘણી તકરાર થઈ. એણે એક વખતે તેમને કહ્યું કે શનિ આવો દેખાય છે અને બીજી વખતે એવો પ્રસંગ આવ્યો કે તે નથી એમ એને કહેવું પડયું. કુદરતી રીતે એણે વિચાર કર્યો કે મારા દુશ્મનો આનો લાભ લઈ જાહેર કરશે કે જે બધું હું કહું છું તે તદ્દન ગપાષ્ટકજ છે. તે વખતે તેના મનમાં કેટલી નાઉમેદી ઉત્પન્ન થઈ

હતી તે તેના દોસ્તદારને લખેલા કાગળ પરથી માલમ પડશે. “ આવો વિચિત્ર ફેરફાર થઈ ગયેલો છે તેને વિષે શું કહેવું ! સૂર્યના ડાઘાની માફક શનિ જોડે બીજા બે ભાગ હતા તે શું ખવાઈ ગયા હશે ? શું તે અદશ્ય થઈ ગયા હશે ? અથવા તો એકાએક શનિને છોડીને તેઓ ચાલ્યા ગયા હશે ? અથવા તો કદાચ શનિ આ પોતાનાં છોકરાંને ખાઈ તો ગયો નહિ હોય ? અથવા તો જે દેખાવ મારી નજરે પડયો હતો તે તદનજ આભાશ તો નહીં હોય ? અથવા તો કાચમાં કંઈ ખોડ હોવાને લીધે આમ દેખાતો તો ન હોય ? વખતનું ટુંકાણુ, અણુધારેલો બનાવ અને ટુંકી અક્કલ એ બધું મને ગુંચવી નાંખે છે. ” તે છતાં એજ કાગળના પાછલા ભાગમાં લખે છે કે આ ખોવાયલા ભાગો દેખાયા વિના રહેશેજ નહિ અને એણે પોતેજ તે પાછા જોયા હતા. પોતેજ એક બીજા કાગળમાં લખે છે કે થોડે વખતે શનિની આજુબાજુ તેણે બે કાન જેવા ભાગ જોયા. આ બીજી વખતે જે તપાસ ગેલીલીઓએ કરી તે પરથી તેણે લખ્યું કે શરૂઆતમાં શનિ બિંબાકાર દેખાય છે. પછી શનિની આજુબાજુ બે અલાયા દેખાય છે અને સાત આઠ વર્ષે તે પહોળામાં પહોળા દેખાય છે. પછી તે અલાયા નાના દેખાતા જાય છે ને પાછો સાત આઠ વર્ષે શનિ માત્ર બિંબાકારજ દેખાય છે. આની ખરી શોધ. ઈ. સ. ૧૬૫૫ માં હ્યુજેન્સે (હોલાંડનો જ્યોતિષશાસ્ત્રી) કરી હતી. એને લાગ્યું કે આ જે દેખાવ દેખાય છે તે શનિની આજુબાજુની મેખળા છે અને એ મેખળા શનિની આજુબાજુ શનિની માફક ધરી પર ફરે છે. પણ એ શોધની અંદર એને જરાક ખાતરી કમ હતી તેથી બીજો કોઈ માન લઈ જાય તે કરતાં પોતેજ તેનું માન લે માટે તેણે ગુપ્ત ભાષામાં પોતાની શોધ જાહેર કરી હતી. એ મેખળાજ છે એવા નિર્ણય પર એ કેવી રીતે આવ્યો તે જાણવું અગત્યનું છે માટે તે અહીં આપવામાં આવે છે. એણે વિચાર્યું કે પૃથ્વી, સૂર્ય, અને ચંદ્ર પોતાની ધરી પર ફરે છે અને તેટલા માટે સૂર્યમાળાના દરેક ગ્રહ પોતાની ધરી પર ફરવાજ જોઈએ એવો સાધારણ નિયમ છે. અગર જો કે તે વખતે એવું સિદ્ધ થયું નહોતું કે શનિ પોતાની ધરીપર ફરે છે પણ શનિ ફરતો ન હોય એવું તો બનેજ

નહીં. શનિનો ઉપગ્રહ ૧૬ દિવસમાં શનિની પ્રદક્ષિણા કરતો હતો. આ ઉપરથી એણે માત્ર અનુમાન કર્યું કે શનિ પણ ધરી પર ફરવો જોઈએ. વળી એણે વિચાર કર્યો કે એ ભાગો શનિ જોડે ચોંટેલા હોય તો તે શનિની જોડે ધરી પર ફરવાજ જોઈએ. જો એ ભાગો ચોંટેલા ન હોય તો એ પણ બીજા ગ્રહોની માફક ફરવાજ જોઈએ. પછી તેણે વિચાર કર્યો કે દર પંદર વર્ષે એ દેખાતા બધ થાય છે અને ત્યાર પછી જાણે શનિ હાથ લાંબા કરતો હોય એમ દેખાય છે. હવે એણે વિચાર કર્યો કે એવો કયો પદાર્થ હોય કે જેનો આવો દેખાવ દેખાય? એ બે ભાગો ગ્રહમાંથી નીકળેલા બે દાંડા હોય એમ તો બનેજ નહીં. એમ હોય તો ધરી પર ફરતી વખતે તે ઘણી વખત અદૃશ્ય થવાજ જોઈએ. પણ આ તો છેક ધીમે ધીમે મોટા થતા જાય છે અને પંદર વર્ષેજ અદૃશ્ય થાય છે. એણે કહ્યું કે જો મેખળા હોય તોજ તે દર રાત્રે દેખાયા કરે. હવે એટલુંજ બાકી રહ્યું કે એ મેખળા પાતળી છે અને પૃથ્વીની સીધી લીટીમાં આવે છે ત્યારે અદૃશ્ય થાય છે. પાછળથી જે શોધ થઈ તે શોધે હ્યુજેન્સનાં બધાં અનુમાનો સિદ્ધ કરી આપેલાં જણાય છે.

હ્યુજીન્સે જે લેખ ગુહ્ય ભાષામાં જાહેર કર્યો હતો તેનો અર્થ તેણે ઈ. સ. ૧૬૫૪ માં એવી રીતે સમજાવ્યો કે " એ ગ્રહની આજુબાજુ પાતળી ચપટી મેખળા છે અને તે કોઈ પણ રીતે ગ્રહને અડકેલી નથી અને તે ક્રાંતિવૃત્ત સાથે ખુણો કરે છે." પોતાનું કહેવું સત્ય છે તે જણાવવા માટે એણે વળી જાહેર કર્યું કે ઈ. સ. ૧૬૭૧ ના જુલાઈ અથવા ઑગસ્ટ મહિનામાં શનિ બિંબાકાર દેખાશે અને તે પ્રમાણે શનિ દેખાયો પણ હતો. આ પ્રમાણે એની આસપાસ મેખળા છે એમ સિદ્ધ થયા પછી તેની બરાબર શોધખોળ કરવાને ખગોળશાસ્ત્રીઓ પ્રયાસ કરવા લાગ્યા.

હ્યુજીન્સની શોધ પછી ૨૦ વર્ષે કેસીનીએ જાહેર કર્યું કે મેખળા એક નથી પણ બે છે અને બેની વચ્ચે એક કાળી લીટી (ખુલ્લી જગ્યા) છે. બહારની મેખળા સાંકડી છે અને અંદરની જરા પહોળી છે. ત્યાર પછી ઈ. સ. ૧૮૫૦ માં યુનાઇટેડ સ્ટેટસના પ્રોફેસર બોન્ડે જાહેર કર્યું કે બેની

અંદર એક ત્રીજી મેખળા છે. બન્યું એવું કે તેજ અરસામાં ઈંગ્લંડના એક ખગોળશાસ્ત્રી (મી. ડોસ) એ પણ એજ મેખળા શોધી કહાડી હતી. આગલી બે મેખળા કરતાં આ ત્રીજી મેખળા જુદીજ પડે છે. આગલી બે મેખળા પોતાનો પડછાયો શનિ પર નાંખી શકે છે પણ આ ત્રીજીના પદાર્થો એટલા તો છુટા છે કે તેનો પડછાયો જણાતોજ નથી. આગલી બે પ્રકાશિત છે અને આ ત્રીજી પ્રકાશિત નથી. આ લગભગ અડધી પારદર્શક છે. આ ત્રીજી મેખળા **ક્રેપરીંગને** નામે પણ ઓળખાય છે. ઈ. સ. ૧૮૮૯ માં. ડા. બરનાર્ડે એ મેખળામાંથી શનિના એક ઉપગ્રહનું ગ્રહણ જોયું હતું. આ બતાવી આપે છે કે ક્રેપરીંગમાં થઈને સૂર્યનાં કિરણ બહાર નીકળી શકે છે.

ગણિતશાસ્ત્રીઓએ સિદ્ધ કરી આપ્યું છે કે મેખળા નક્કર હોઈ શકે નહિ, કારણ કે જો એમ હોય તો એના પર એટલું બધું દબાણ આવે કે એ ટુટી ગયા વગર રહેજ નહીં. જો નક્કર હોય અને ધરી પર ફરતી હોય તો દબાણ ઓછું થવું જોઈએ. પણ જો ધરી પર ફરે તો જુદા જુદા ભાગમાં જુદી ગતિ થાય અને એ ટુટી ગયા વગર રહેજ નહિ. તેમજ એના પદાર્થ પ્રવાહી સ્થિતિમાં પણ હોઈ શકે નહિ. જો એ મેખળા નક્કર નથી અને પ્રવાહી નથી તો માત્ર જુદા જુદા નાના ઉપગ્રહોની બનેલી હોવી જોઈએ અને એમાંનો દરેક ચંદ્ર પોતાની જુદી કક્ષામાં ફરતો હોવો જોઈએ. એ ગણત્રી પ્રમાણે બહારની મેખળાની ગતિ અંદરની મેખળાની ગતિ કરતાં ઓછી હોવી જોઈએ અને શોધ ઉપરથી માલમ પણ તેમજ પડયું છે. ઈ. સ. ૧૮૯૫ માં કીલરે શોધ કરી જે ગતિ કાઢી છે તે પરથી બહારની મેખળાની ગતિ દર સેકંડે ૧૦·૫૯ માઈલ અને અંદરની મેખળાની ગતિ દર સેકડે ૧૩·૦૧ માઈલ છે. એટલે ગણત્રી અને નિરીક્ષા બંને એક બીજાને મળતી આવે છે. કાળી મેખળામાં ઉપગ્રહો આગલી બે મેખળા જેટલા પાસે પાસે નથી, અને તેથીજ વચલી જગ્યામાંથી તેજ પ્રવેશ કરી શકે છે અને તેથીજ એ વધારે તેજસ્વી લાગતી નથી.

બહારની મેખળાનો વ્યાસ ૧,૬૮,૦૦૦ માઈલ છે. એ પહેલી મેખળા અને બીજી મેખળાની વચ્ચે ૧૬૦૦ માઈલનું અંતર છે અને તે બધી

બાજુએ સરખું છે. પહેલી મેખળા ૧૦,૦૦૦ માઇલિ પહોળી અને બીજી મેખળા ૧૬,૮૦૦ માઇલિ પહોળી છે. વળી બીજી મેખળા પહેલી કરતાં વધારે પ્રકાશિત છે. ત્રીજી મેખળા જે છેક અંદરના ભાગમાં છે તે ૧૦,૦૦૦ માઇલિ કરતાં કંઇકિ ઓછી પહોળી છે. એટલે આ ત્રણે મેખળાની પહોળાઈ ૩૬,૦૦૦ થી ૩૭,૦૦૦ સુધીની ધારવામાં આવે છે. એની જાડાઈ ૧૦૦ માઇલિ કરતાં વધારે ધારવામાં આવતી નથી.

મેખળાઓ ગ્રહના વિષુવવૃત્તને સમાંતરે છે પણ તેની અને શનિની કક્ષાની સપાટી વચ્ચે ૨૭° નો ખુણો થાય છે અને ક્રાંતિવૃત્તને ૨૮° અંશે છેદે છે. પૃથ્વીના વિષુવવૃત્તની સપાટી માર્ચ અને સપટેમ્બરમાં સૂર્યમાં થઇને જાય છે તેવીજ રીતે શનિની મેખળાની સપાટી તેના પ્રદક્ષિણાના બે વખતમાં સૂર્યની સપાટીમાં થઇને જાય છે. પૃથ્વી સૂર્યની પાસે છે એટલે જે વખતે સૂર્યમાં શનિની સપાટી જશે તેજ વખતે એ પૃથ્વીમાં થઇને પણ જશે. એટલે તે વખતે મેખળા દેખાશે નહીં. ગેલીલીઓના વખતમાં મેખળાની આ સ્થિતિ હતી તેથી એને નજરે પડતી બંધ થઇ ગઇ હતી. આવી રીતે એ ઈ. સ. ૧૯૦૭ માં અદૃશ્ય થઇ ગઈ હતી.

ઉપગ્રહો:—ઈ. સ. ૧૬૫૫ ના માર્ચની ૨૫ મી તારીખે હ્યુજીન્સે એનો પહેલો ઉપગ્રહ શોધી કાઢયો હતો અને તે ઉપગ્રહ ૧૫ દિ. ૨૩ કલાક અને ૪૧ મિનિટમાં શનિની પ્રદક્ષિણા ફરી રહે છે એમ પણ જાહેર કર્યું હતું. એણે ત્યાર પછી બીજા ઉપગ્રહ શોધી કહાડવાની મહેનત કરીજ નહિ, કારણ કે એણે વિચાર્યું કે ગ્રહ ૭ છે તો ઉપગ્રહ પણ ૭ હોવા જોઈએ. એના વખતમાં બૃહસ્પતિના ચાર ઉપગ્રહ જડયા હતા, પૃથ્વીને એક ઉપગ્રહ હતો અને શનિનો એક ઉપગ્રહ જડયો એટલે હવે સાતમો ઉપગ્રહ હોયજ નહીં એમ એણે ધાર્યું હતું. જો એણે એવો વિચાર રાખ્યો ન હોત તો કેસીનીએ જે ઉપગ્રહ શોધી કાઢયા તે એ શોધી કાઢત. ઈ. સ. ૧૬૭૧ માં કેસીનીએ બીજો ઉપગ્રહ શોધી કાઢયો અને તે છેક બહારનો છે. એ બીજો ઉપગ્રહ ૭૯ દિવસમાં શનિની પ્રદક્ષિણા ફરી રહે છે. ત્યાર પછી ઈ. સ. ૧૬૭૨ માં એક અને ઈ. ૧૬૮૪ માં બે એમ બધું મળીને એણે

શનિના ચાર ઉપગ્રહ શોધી કાઢ્યા છે. ત્યાર પછી ૧૦૦ વર્ષે ઈ. સ. ૧૭-૮૯ માં હર્શલે છઠ્ઠો ઉપગ્રહ શોધી કહાડયો. સાતમો પણ હર્શલેજ શોધી કહાડયો હતો. ઈ. સ. ૧૮૩૮ માં પ્રોફેસર બોન્ડે અને મી. લેસેલે આઠમો શોધી કાઢ્યો. નવમો ઉપગ્રહ ઈ. સ. ૧૮૯૮ માં પ્રોફેસર પીકરીંગે શોધી કાઢ્યો હતો. દશમો ઉપગ્રહ ઈ. સ. ૧૯૦૫ ના એપ્રિલ માસમાં ઉપલાજ પ્રોફેસર પીકરીંગે શોધી કાઢયો. દશેમાં સૌથી પાસેમાં પાસે ઉપગ્રહ મીમાસ છે જે હર્શલે ૧૭૮૯ માં શોધી કાઢ્યો હતો. ગ્રહથી તેનું અંતર ૧,૧૭,૦૦૦ માઇલ છે. નવમો ફોબી શનિથી ૮૦,૦૦,૦૦૦ માઇલને અંતરે આવેલો છે. દશમા ઉપગ્રહનો બરાબર અંતર શું છે તે હજુ નક્કી કરવામાં આવ્યું નથી. પહેલા ઉપગ્રહ અને મેખળાની વચ્ચે માત્ર ૩૦,૦૦૦ માઇલનું અંતર છે. ટિટન જે છઠ્ઠો ઉપગ્રહ છે અને જેને હુજીન્સે શોધી કાઢ્યો હતો તે લગભગ બુધ જેવડો છે.

युरेनस.

સૂર્યથી દૂરમાં દૂર ગ્રહ જે અસલના લોકોને જાણીતો હતો તે શનિ હતો. ઈ. સ. ૧૭૮૧ ના માર્ચની ૧૩ મી તારીખે યુરેનસ જડયો ત્યાં સુધી શનિની કક્ષા આપણી સૂર્યમાળાની સરહદ ગણાતી હતી. શનિ પછીના બે ગ્રહો શનિ જેટલા ભવ્ય નથી પણ ખગોળના ઇતિહાસમાં જેટલું એ મહત્વ ધરાવે છે તેટલું બીજો કોઈ પણ આકાશી પદાર્થ ધરાવતું નથી. ન્યુટનના વખત પછીની મોટામાં મોટી શોધ યુરેનસ ગ્રહની છે. આ ગ્રહ કેવી રીતે શોધાયો તે જાણવું જરૂરનું છે અને તે સાથે શોધનારનું વૃત્તાંત જાણવું પણ અવશ્યનું છે. કારણ કે શોખથી અને ખંતથી માણસ શું કરી શકે છે તે આપણને સર વિલિયમ હર્શલના વૃત્તાંત પરથી માલમ પડે છે.

વિલિયમ હર્શલ ઈ. સ. ૧૭૩૮ માં હેનોવરમાં જનમ્યો હતો. એનો બાપ વિદ્વાન માણસ હતો અને ગાયનશાસ્ત્રનો પ્રોફેસર (ઉસ્તાદ) હતો. એના બાપને દશ છોકરાં હતાં અને તેમાં આ ખગોળશાસ્ત્રી ચોથો હતો. વિલિયમ થોડા વખતમાં પોતાના બાપનો ધંધો શીખ્યો અને ચૌદ વર્ષની ઉમરે પોતાના ધંધામાં એક કાબેલ આદમી ગણાવા લાગ્યો. તે ઉમરે હર્શલ હેનો-

વરના લશ્કરમાં વાજીંત્ર વગાડનાર તરીકે દાખલ થયો. જે વખતે ફ્રેંચોએ હેનોવર પર ચઢાઈ કરી હેનોવરના લશ્કરને હેસ્ટનબૅકની લડાઇમાં હરાવ્યું તે વખતે એ લડાઇમાં હાજર હતો. એ લડાઈમાં એણે લડાઈનાં દુઃખો જાતે જોયાં તથા ભોગવ્યાં હતાં. એ નાજુક તબીએતનો આદમી હતો તેથી એકદમ એણે નોકરી બદલવાનો વિચાર કર્યો, પણ જે રીતે એણે તે વિચાર અમલમાં મૂકયો તે રીતે એની આબરૂ પર જરા કલંક છે. એ લશ્કરી નોકરી છોડી ઈંગ્લંડ નાશી ગયો. લશ્કરમાંથી જે માણસ નોકરી છોડી નાશી જાય છે તે મોટો ગુનેહગાર ગણાય છે. ત્રીજા જ્યોર્જ રાજાને જ્યારે એ પહેલી વખત મળવા ગયો તે વખતે જ્યોર્જ રાજાએ તેના કામની કદર બુજીને પોતાને હાથે તેને માફીપત્ર લખી આપ્યું હતું.

હર્શલ ૧૯ વર્ષની ઉમ્મરે ઇંગ્લંડમાં નોકરી શોધવા આવ્યો હતો. કુદરતી રીતે પહેલાં તો એને ઘણું સહન કરવુ પડયું પણ ૨૬ વર્ષની ઉમ્મરે હર્શલ બરાબર ઠેકાણે પડી ગયો હતો અને ઈ. ૧૭૬૬ માં તો બાથમાં એક પ્રતિષ્ઠિત માણસ ગણાવા લાગ્યો. યુરોપીઅન પ્રજાની ખાશીઅત પ્રમાણે એ પોતાનો વખત નકામો ગુમાવતો નહિ. કામ કરી રહ્યા પછી જે કંઈ વખત મળતો તે જ્ઞાન વધારવામાં વાપરતો. ગાયનનું વધારે શાસ્ત્રીય જ્ઞાન મેળવવાને ગણિતનો અભ્યાસ કરતો અને ગણિત ઉપરથી પ્રકાશના નિયમનું અને પ્રકાશના નિયમ ઉપરથી દૂરબીન વગેરે પર એનું મન ગયું હતું.

એકાદ વખત એના હાથમાં એક નાનું દૂરબીન આવ્યુ અને તે વતી આકાશમાં જોતાંજ એની આખી જીંદગી બદલાઈ ગઈ. તરતજ એણે, ગાયન-શાસ્ત્ર, પોતાના શિષ્યો, વગેરેને છોડી દઈ આ નવા વિષય પર ધ્યાન આપવું શરૂ કર્યું. આરબ લોકો પાસે દરેક ચીજ પોતાની હોય છે અને તે પણ ઘણી સારી હોય છે. તેમ હર્શલે પણ પોતાને સારૂ પણ ખાનગી દૂરબીન લેવા વિચાર કર્યો, કારણુ કે બીજા પાસે તે માંગવું એ એને ઠીક લાગતું નહોતું. એણે લંડનમાં એક સારા દૂરબીન બનાવનારને દૂરબીન મોકલવા લખ્યું, પણ તેણે જે કીમત માગી તે હર્શલને મોંધી પડી. તેથી તેણે દૂરબીન વેચાતું લેવાનો વિચાર માંડી વાળ્યો પણ પોતે જાતેજ એક બના-

વવાનો સંકલ્પ કર્યો. એ કામ એવા આદમીને માટે કેટલું અશક્ય હતું ? એક ગાયનશાસ્ત્રી જે પોતાના ધંધામાં રાત ને દહાડો મચ્યો રહેતો હતો અને આ જાતનું તો તેણે કોઈ પણ દિવસ આગળ કામ કર્યું નહોતું. પણ જ્યાં મન હોય છે ત્યાં કામ કરવાને હરેક રીતે વખત મળે છે અને એને તો વખત પણ નહોતો. હર્શેલ પોતે ગાયનના મોટા જલસામાંથી ઘેર આવતો કે તરતજ કીમતી કપડાં ઉતાર્યા વગર સ્પેક્યુલા તૈયાર કરવા અને લેન્સીઝ સાફ કરવા બેસી જતો. ખાવાનું પણ તેની બેન કેરોલીન છોકરાંની માફક તેને ખવાડતી અને ભાઈને કામ કરતાં કંટાળો લાગે નહીં માટે પાસે બેસીને અરેબીઅન નાઈટની વાર્તા વાંચ્યા કરતી. એમ કરતાં કરતાં આખરે એના વખતમાં ન હોય એવું મોટામાં મોટું દૂરબીન એણે બનાવ્યું હતું અને યુરોપમાં આ ધંધામાં મોટી આબરૂ મેળવી હતી. પણ યંત્ર બનાવનાર કરતાં ખગોળશાસ્ત્રી તરીકે હર્શેલે વધારે આબરૂ મેળવેલી ગણાય છે.

ઈ. સ. ૧૭૭૪ માં માં એણે પહેલવહેલી વખત પોતાના બનાવેલા દૂરબીન વડે આકાશની નિરીક્ષા કરી. ત્યાર પછી પોતે એ કામમાં માહિતગાર થયો હતો એટલે દૂરબીનની અંદર જે ફેરફાર કરવા તેને અવશ્ય લાગતા તે દરરોજ કર્યો જતો. એમ કરતાં કરતાં એને સર વિલિયમ વોટસન જોડે દોસ્તી થઈ. એક વખત સર હર્શેલ રસ્તામાં દૂરબીન મુકી ચંદ્રની નિરીક્ષા કરતો હતો. સર વીલીયમ વૅાટસન તે રસ્તે થઈને જતો હતો અને મધરાતે રસ્તામાં આવું દૂરબીન મુકી નિરીક્ષા કરતાં હર્શેલને જોઈ આશ્ચર્ય પામ્યો. એ આદમીને ખગોળનો શોખ હતો તેથી હર્શેલને કહ્યું કે મને જોવા દો. હર્શેલે તરત જોવા દીધું. વૅાટસન જોઈને ઘણો ખુશી થયો. ત્યારથી એ બેની વચ્ચે ઘણી ગ્રાઢી મિત્રતા થઈ જે હર્શેલને પાછલા વખતમાં ઘણી કામ લાગી હતી.

ઈ. સ. ૧૭૮૧ ના માર્ચની ૧૩ મી તારીખે હર્શેલે રાત્રે નિરીક્ષા કરતાં મિથુન રાશીમાં એક તારો જોયો. એ વર્ષમાં એણે આકાશમાંના બધા તારાઓની નિરીક્ષા કરવાનો વિચાર કર્યો હતો પણ તેમાં તેનો શો મુદ્દો હતો તે જણાયું નથી. તે તારો એને બિંબાકાર દેખાયો. અગાઉ

૧૯ વખત એજ આકાશી પદાર્થ નકશાઓમાં ટાંચી લેવામાં આવ્યો હતો પણ દરેક વખતે દૂરબીન શક્તિવાળું ન હોવાને લીધે તે ગ્રહ છે એમ નકશા તૈયાર કરનાર જાણી શકયા નહોતા. ખરેખરો એ ગ્રહ છે તેની ખાતરી કરવાને હર્શલે ત્રણ ચાર રાત સુધી નિરીક્ષા જારી રાખી અને છેવટે તેને માલમ પડયું કે એ સ્થાન પણ બદલે છે. તે ઉપરથી એણે જાહેર કર્યું કે આ નવો પદાર્થ ધૂમકેતુ છે. પણ થોડા વખત પછી લેકસેલે એની કક્ષાની ગણત્રી કરી તો માલમ પડયું કે તે ગોળ છે અને એનો માર્ગ કોઈ પણ રીતે ધૂમકેતુના માર્ગને મળતો આવતો નથી તેથી વર્ષ દિવસની અંદર આ નવો આકાશી પદાર્થ ગ્રહ છે એમ નક્કી થયું.

હર્શલે પોતાના રાજાના નામ પરથી એ ગ્રહનું નામ જીઑર્જીઅમ સાઈડસ પાડવાનું કહ્યું. લૅપલેસ જે ફ્રાંસમાં એક મોટો ખગોળશાસ્ત્રી ગણાતો હતો તેણે કહ્યું કે હર્શલે મોટી શોધ કરી છે અને ગેલીલીઓ અને કોપરનીકસની શોધો કરતાં પણ આ વધારે મહત્વની છે તેથી હર્શલનું નામ અમર રાખવાને આ ગ્રહનું નામ હર્શલ રાખવું જોઈએ. બોડ નામના બીજા ખગોળશાસ્ત્રીએ જાહેર કર્યું કે બધા ગ્રહોના નામ દેવતાના નામો પરથી પડ્યાં છે તો આનું નામ પણ દેવતાનુંજ નામ રાખવું અને તેણે યુરેનસ નામની ભલામણ કરી. આખરે જનમંડળે આ છેલ્લું નામ યુરેનસ કબૂલ રાખ્યું, અગર જો કે હજુ પણ અંગ્રેજી જ્યોતિષશાસ્ત્રીઓ વાતચીત કરતાં તેને હર્શલ કહે છે. એના નામની જે સંજ્ઞા ખગોળમાં છે તે પણ H ઉપર થીજ નીકળેલી છે અને અંગ્રેજ લોકો તેજ વાપરે છે. યુરોપખંડના બીજા દેશોમાં આ ગ્રહને માટે બીજી સંજ્ઞા વપરાય છે.

આ શોધની ખબર ઇંગ્લંડના રાજા ત્રીજા જ્યોર્જને કાને જતાં તેણે હર્શલને દરબારમાં બોલાવ્યો કે જેથી એ પોતે ખુદ શોધનાર પાસેથી તેણે શું શોધ્યું તે સાંભળી શકે. હર્શલ પોતાની સાથે એક દૂરબીન તથા તારાઓનો એક નકશો લેતો આવ્યો હતો તેથી કયાં આગળથી તેણે ગ્રહ શોધી કહાડયો હતો તે જગ્યા રાજાને નકશામાં બતાવી. હર્શલનું વૃત્તાંત સાંભળીને રાજા તેના ઉપર ઘણો ખુશ થયો અને પોતાના વિંડસર કેસ્ટલના મહેલમાં

આવવાનું અને દૂરબીન વતી આ નવો ગ્રહ બતાવવાનું તેને નિમત્રણ કર્યું. હર્શલે દૂરબીન વતી રાજાને શનિ, બીજા જોવા લાયક ગ્રહો અને તારાઓ બતાવ્યા. મહારાણીએ કહ્યું કે અમારા મંડળને પણ ગ્રહો બતાવો. રાણીના ઓરડામાં બીજે દિવસે દૂરબીન ગોઠવવામાં આવ્યું, પણ જ્યારે સાંઝ પડી ત્યારે એકદમ વાદળાં થઈ આવ્યાં. હર્શલ આવી મુસ્કેલી માટે અગાઉથી તૈયાર થઈ રહ્યો હતો. તેણે સ્ત્રીઓને દૂરબીનં કેવી રીતે બનાવાય છે તે સમજાવ્યું, કેવી રીતે મીરરો (આરસીઓ) પૉલીશ થાય છે તે સમજાવ્યું અને જ્યારે જોયું કે વાદળાં ખસતાં નથી કે તુરતજ એણે નમ્ર રીતે કહ્યું કે ખરો શનિ દેખાય એમ નથી માટે કૃત્રિમ શનિ બતાવવાની રજા આપો. રાણીએ રજા આપી કે તુરતજ હર્શલે એકદમ દૂરબીન ફેરવી નાંખી દૂરની વાડીની દિવાલ પર ધર્યું. દૂરબીનમાં જોતાં તરતજ શનિ દેખાયો અને તેની મેખળા પણ એવી સુંદર દેખાઈ કે કોઈ હોશિઆર ખગોળશાસ્ત્રી પણ ઠગાયા વિના રહેત નહીં. તે દિવસે હર્શલને બીક હતી કે રખેને સાંઝે વાદળાં ચઢી આવશે અને તેથી એણે એક કાર્ડ બોર્ડમાં શનિના જેવી આકૃતિ કોરી તેની પછાડી એક દીવો સરગાવી દૂર એક વાડીમાં મુકયો હતો કે જેથી જો શનિ ન દેખાય તો પેલી આકૃતિ શનિ તરીકે દેખાડી શકાય.

રાજા ત્રીજો જ્યોર્જ હર્શલ પર એટલો બધો તો ખુશ થઈ ગયો કે એને વિંડસરમાં રાજ્ય ખગોળશાસ્ત્રીની જગ્યા આપી અને ૨૦૦ પૌંડ એટલે હાલને હિસાબે રૂા. ૩૦૦૦ નું વર્ષાસન બાંધી આપ્યું. તે ઉપરથી હર્શલે પોતાનો શિષ્યો અને પોતાનો ગાયન કળાનો ધધો છોડી દીધા અને પછી ફક્ત આ કામમાંજ ગુંથાયલો રહેવા લાગ્યો. રાજાએ એને શું વર્ષાસન આપ્યું તે બાબત એણે પોતાના જાની મિત્ર વૉટસન સિવાય બીજા કોઇને કહી નહોતી. ત્યાર પછીના બાકીના વર્ષ હર્શલે વિંડસર પાસેના ગામમાં આ શાસ્ત્રના અભ્યાસમાં ગાળ્યા. અને જે બીજી કેટલીક શોધો કરી તે ઉપરથી પોતાનું નામ અમર કર્યું. એક ગાયનશાસ્ત્રી તે આખરે દુનીઆનો એક મોટો ખગોળશાસ્ત્રી!! એનું મોટામાં મોટું દૂરબીન ચાર ફુટના વ્યાસનું અને ૪૦ ફુટ ફોકલ લેંગથનું હતું. આ દૂરબીન છેકજ ખરાબ

હાલતમાં આવ્યું તે વખતે ત્યાંથી ખસેડતા અગાઉ તે જગ્યા ઉપર એના છોકરાએ પોતાના કુટુંબને મોટી મીજબાની આપી હતી.

યુરેનસનો સૂર્યથી અંતર ૧,૭૮,૨૦,૦૦,૦૦૦ માઇલ છે. એનો વ્યાસ ૩૨,૦૦૦ માઇલ એટલે પૃથ્વી કરતાં ચાર ગણો છે અને તે ઉપરથી યુરેનસનું કદ પૃથ્વી કરતાં ૬૪ ગણું છે. પણ એનો રજકણ સમૂહ પૃથ્વી કરતાં ૧૫ ગણો છે એટલે એનું જાતિયગુરૂત્વ પૃથ્વીના જાતિય ગુરૂત્વ કરતાં ઓછું છે.

યુરેનસનો પ્રદક્ષિણાનો કાળ ૮૪ વર્ષ છે. એ ગ્રહ કેટલા વખતમાં ધરી પર ફરી રહે છે તે હજુ જણાયલું નથી, કારણ કે એનો અંતર ઘણો હોવાને લીધે એવી કોઈ નિશાની પકડાતી નથી કે જેથી વખત નક્કી કરી શકાય. કેટલાકો કહે છે કે એ નવથી બાર કલાકમાં ધરી પર ફરી રહે છે.

નરી આંખે એ કોઈકનેજ વખતે દેખાય છે. એનું તેજ છઠ્ઠા વર્ગના તારા જેટલું છે તેથી આંખની શક્તિ સારી હોતી નથી તો તે નરી આંખે દેખાતો નથી. એ એટલો બધો દૂર છે કે એ ઘણોજ નાનો દેખાય છે. મોટા દૂરબીનમાં એનો બિંબાકાર લીલાશ પર દેખાય છે અને એના ઉપર બૃહસ્પતિની માફક પટા દેખાય છે. યુરેનસ ઉપર સૂર્યનું તેજ આપણાથી ૧/૩૬૮ ભાગે પડે છે તેથી જે વાદળાં દેખાય છે તે એની અંદરની ગરમીને લીધે ઉત્પન્ન થયલાં હોવાં જોઈએ. બૃહસ્પતિ અને શનિની માફક એનું જાતિય ગુરૂત્વ ઓછું છે.

યુરેનસને ચાર ઉપગ્રહ છે ને તેમાં જે બે વધારે પ્રકાશિત છે તે હર્શેલે શોધી કાઢ્યા હતા. મોટામાં મોટા ઉપગ્રહનો વ્યાસ ૫૦૦ માઇલ છે. એરીઅલ નામનો ઉપગ્રહ જે પાસેમાં પાસે છે તે યુરેનસની પ્રદક્ષિણા દિ. ૨–૧૨ ક. માં કરે છે, અને ઓબેરોન જે દૂરમાં દૂર છે તે યુરેનસની પ્રદક્ષિણા ૧૩ દિ. ૧૧ ક. માં કરે છે. તે બધાની કક્ષા એકજ સપાટીમાં અને તે બધા ક્રાંતિવૃતને લગભગ કાટખુણે છેદે છે. આ કક્ષાઓ ગોળ છે અને તેમાં ઉપગ્રહો પૂર્વથી પશ્ચિમ ફરે છે. આખી સૂર્યમાળામાં કોઈ ઉપગ્રહ આવી રીતે ઉલટો ફરતો નથી.

नेपच्युन.

આખા ખગોળશાસ્ત્રના ઈતિહાસમાં નેપચ્યુનની શોધ જેટલી અગત્યની, જેટલી અદભૂત અને જેટલી આશ્ચર્યકારક છે તેટલી બીજી કોઈ પણ શોધ નથી. હાલ ખગોળશાસ્ત્રમાં જે શોધો થાય છે તેમાં પહેલાં દૂરબીનથી નિરીક્ષા કરવી પડે છે અને તે પરથી પછી નિર્ણય કરી સિદ્ધાંત તરીકે તે શોધ બહાર પાડવામાં આવે છે. રસાયણ વગેરે શાસ્ત્રમાં પણ પદાર્થને હાથમાં લઈ તેની બારીક નિરીક્ષા કરી શોધો કરવામાં આવે છે. પણ આ ગ્રહની શોધ તો માત્ર ગણિત શાસ્ત્રની મદદથીજ કરવામાં આવી છે. યુરેનસનો માર્ગ નક્કી કર્યા પછી ગણિતની મદદથી શોધી કહાડેલું યુરેનસનું સ્થાન અને આકાશમાંનું સ્થાન જુદાં પડવા લાગ્યાં. અગાડી જે લોકો તારાઓના નકશા બનાવતા તેઓએ પોતાના નકશામાં યુરેનસ બતાવેલો છે કે નહીં તેની તપાસ કરતાં માલુમ પડયું કે અગાડી ફ્લેમસ્ટેડે ઈ. સ. ૧૭૧૨ અને ઇ. સ. ૧૭૧૫ માં એ જોયો હતો. જો એ માણસે બારીકીથી પોતાના નકશા ફરીથી તપાસી જોયા હોત તો તે આ ગ્રહ છે એમ જાહેર કરી શકત. પણ તેણે તેમ કીધું નહીં તેથી તેનું માન હર્શલને મળ્યું.

યુરેનસનો માર્ગ નક્કી કર્યા પછી યુરેનસનું જે સ્થાન નક્કી કરવામાં આવતું તે સ્થાનપર એ માલમ પડતો નહીં, તેથી શું કેપ્લરના નિયમ ખોટા છે? શું આકર્ષણના નિયમ ખોટા છે? એમ સવાલો ઉઠવા લાગ્યા. કેટલાકોએ કહ્યું કે યુરેનસથી થોડે દૂર બીજો ગ્રહ હોવો જોઇએ. પણ તો તેને કેવી રીતે શોધી કાઢવો? નવા ગ્રહની કક્ષા અને રજકણ સમૂહ એવાં હોવાં જોઇએ કે જેથી તે યુરેનસના માર્ગમાં આટલી અસર કરી શકે. જવાબ આપ્યો હોય અને તે પરથી દાખલાની રકમ શોધી કાઢવી એના જેવો આ દાખલો હતો. બે જુદા આદમીઓએ સ્વતંત્ર રીતે આ ગ્રહ શોધી કાઢવાનો પ્રયત્ન કર્યો અને બંને માણસો તેના કાર્યમાં સફળ નીવડયા.

જોન એડમ્સ નામના એક જુવાન માણસે કેમ્બ્રીજની સીનીઅર રેંગ્લર (ગણિતશાસ્ત્રની મોટી પરીક્ષામાં પહેલે નંબરે પાસ થવું તે) થયા પછી તરતજ ગણિતની મદદથી આ ગ્રહની તપાસ કરવા માંડી. એણે ઘણી મહે-

નતથી તે નવા ગ્રહની કક્ષા વગેરે શોધી કહાડયું અને અમુક દિવસે તે ગ્રહ ક્યાં હોવો જોઈએ તે પણ કહેવાને શક્તિવાન થયો. એડમ્સે પોતાની કોલેજના પ્રોફેસર ચેલીસને એ શોધ જાહેર કરી. ઈ. સ. ૧૮૪૫ના ઓક્ટોબર મહિનામાં પ્રોફેસર ચેલીસ રાજ્ય ખગોળશાસ્ત્રી એરીની મુલાકાતે ગ્રીનવીચ ગયા તે વખતે નવા ગ્રહની ગણત્રીના બધા કાગળોનો હવાલો તેને સોંપ્યો. એ કાગળોમાં એ નવો ગ્રહ કયે સ્થાને દેખાશે તે પણ બતાવ્યું હતું. અંગ્રેજ ખગોળશાસ્ત્રીને માત્ર દૂરબીનથી તે કઈ જગ્યાએ છે તેટલું જોવાનું હતું, પણ આ મોટા પુરૂષને આ જુવાન માણસ પર જોઈએ તેટલો ભરોંસો આવ્યો નહિ. તેણે એડમ્સને લખ્યું કે યુરેનસના અંતરમાં ફેર પડે છે તેનું કારણ સમજાવો. એડમ્સ તેનો જવાબ બરાબર આપત પણ કમનસીબે એડમ્સે તેને જલદી જવાબ આપવો દુરસ્ત ધાર્યું નહિ અને આમ એડમ્સના પહેલા કાગળ પછી નવ મહિના વીતી ગયા. વળી એડમ્સે પોતાના એક મિત્ર લેસલને આ ગ્રહ જોવા લખ્યું હતું કારણ કે એ જાણતો હતો કે તેની પાસે મોટું દૂરબીન છે. પણ તે વખતે તે મિત્રનો પગ મોચવાયો હતો તેથી તે પણ ગ્રહ જોઈ શકયો નહીં અને જ્યારે પગ સાજો થયો ત્યારે તેને એડમ્સનો પત્ર જડયો નહીં. એટલે એક તરફથી એરીએ એનો પત્ર ખુણામાં રાખી મુકયો અને બીજી તરફથી એનો પત્ર તદનજ ગુમ થઇ ગયો.

એ દરમ્યાન લેવેરીઅર નામના ફ્રેંચ ખગોળશાસ્ત્રી અને ગણિતશાસ્ત્રીએ પણ એ સવાલ પોતાના હાથમાં લીધો હતો. ઇ. સ. ૧૮૪૬ ના જુનમાં લેવેરીઅરે ફ્રેંચ એકેડેમી ઑફ સાયન્સીઝને લખી મોકલ્યું કે અમુક જગ્યાએ આ નવો ગ્રહ મળશે. ઇંગ્લંડના રાજ્ય ખગોળશાસ્ત્રીએ જોયું કે એડમ્સ અને લેવેરીઅર બન્નેની ગણત્રી એક સરખી છે. માત્ર બેનાં ગણેલાં સ્થાનમાં એક અંશનોજ ફેર છે. તે ઉપરથી એણે પોતાના મિત્રોને એડમ્સની શોધની વાત કરી અને ઇંગ્લંડના ખગોળશાસ્ત્રીઓએ આ નવો ગ્રહ શોધવાનું કામ શરૂ કર્યું. કેમબ્રીજના ખગોળશાસ્ત્રી ચેલીસે એવા મુદ્દાથી ક્રાંતિવૃતના બતાવેલા ભાગના બધા તારાઓની તપાસ કરવી શરૂ કરી કે જેથી જો ત્યાં

ગ્રહ હશે તો તે સ્થાન બદલતો માલમ પડશે અને તેની ત્રણ વખત નિરીક્ષા કરવાનો વિચાર કર્યો. ત્રણે વખત ચેલીસે ગ્રહ જોયો પણ બહુ બારીકીથી નિરીક્ષા ન કરી. તેને લીધે બિંબાકાર જોઈ શક્યો નહીં. એની નજર તળે આ ગ્રહ ૪ થી ઑગસ્ટ, ૧૨ મી ઑગસ્ટ અને ૨૯ મી સપ્ટેંબરે આવ્યો પણ તેને બરાબર ઓળખી શક્યો નહીં તેથી આ શોધનું માન બીજાને મળ્યું.

એ દરમ્યાન લેવેરીઅરે સપ્ટેંબરની ૧૬ મી તારીખે બરલિનની વેધશાળાના પ્રોફેસર ડૉ. ગેલીને લખ્યું કે "ક્રાંતિવૃતના અમુક ભાગમાં દૂરબીન મુકવાથી નવો ગ્રહ માલમ પડશે. જો કંઈ ભૂલ હશે તો માત્ર એકાદ અંશની હશે માટે તેટલે સુધી જોવું. વળી જણાવું છું કે એ ગ્રહ નવમા વર્ગનો હશે." ગેલીએ તેમ કર્યું અને ઈ. સ. ૧૮૪૬ ના સપ્ટેંબરની ૨૩ મી તારીખે અડધા કલાકની અંદર આ નવમો ગ્રહ શોધી કહાડ્યો.

ઈંગ્લંડ અને ફ્રાંસના વિદ્વાનોએ આ ગ્રહ કોણે શોધી કાઢ્યો તેનો સવાલ ઉઠાવ્યો. યુરોપના વિદ્વાનોનો મત એવો છે કે બંને આદમીએ ગ્રહ સ્વતંત્ર રીતે શોધી કાઢ્યો અને બંનેએ એક બીજાની મહેનતનો કોઈ પણ રીતે લાભ લીધો નથી તેથી શોધનું માન બંનેને ઘટે છે.

નેપચ્યુનનો અંતર ૨,૮૦,૦૦,૦૦,૦૦૦ માઇલિ છે જે પૃથ્વીના અંતર કરતાં ૩૦ ગણું મોટું છે. બોડના નિયમ પ્રમાણે એનું અંતર ૩,૬૦,૦૦,૦૦,૦૦ માઇલિ હોવું જોઈએ. એનો વ્યાસ ૩૫,૦૦૦ માઇલિ છે એટલે પૃથ્વીના વ્યાસ કરતાં ચાર ગણો મોટો છે. એની કક્ષા ઍડમ્સ અને લેવેરીઅરની ગણત્રી પ્રમાણે લંબગોળ હતી પણ હાલ જે ગણત્રી કરવામાં આવે છે તે ઉપરથી લગભગ તે ગોળ લાગે છે.

એનો પ્રદક્ષિણાનો કાળ ૧૬૫ વર્ષ છે. લેવેરીઅરે જે ગણત્રી કરી હતી તે પરથી એ કાળ ૨૧૭ વર્ષ નીકળ્યો હતો. લેવેરીઅન અને ઍડમ્સની ગણત્રીની ભૂલનું મુખ્ય કારણ એ લોકોએ લીધેલું અંતર હતું. એ લોકોએ બોડના નિયમ પ્રમાણેનું અંતર લીધું હતું પણ તે તો કેવળ ખોટું નીવડયું છે. એનો ધરી પર ફરવાનો કાળ હજુ નક્કી થયો નથી કારણ કે એની જોઈએ તેવી બારીક નિરીક્ષા હજુ થઈ શકી નથી.

નેપચ્યુન આઠમા અથવા નવમા વર્ગના તારા જેટલો તેજસ્વી છે, અને નરી આંખે તદન દેખાતો નથી. એનું બિંબ પણ લીલાશ પર છે. યુરેનસ અને નેપચ્યુન જાણે બંને જોડીયા હોય તેમ કદમાં, જાતિય ગુરૂત્વમાં અને કેટલીક બીજી બાબતમાં એક બીજાને મળતા આવે છે.

નેપચ્યુન સૂર્યથી એટલે બધો આઘો છે કે જો તે પર મનુષ્ય વસતાં હોય તો આપણને જેટલો શુક્ર લાગે છે તેટલો તેને સૂર્ય લાગશે. પૃથ્વી પર આપણને જેટલી ગરમી સૂર્ય તરફથી મળે છે તેનો માત્ર $\frac{૧}{૯૦૦}$ ભાગ એ ગ્રહને મળી શકે છે. પણ છેકજ ત્યાં તેજ નથી એમ કોઈએ પણ ધારવાની જરૂર નથી. એવી ગણત્રી કરવામાં આવી છે કે પુનેમના ચંદ્રનું જેટલું તેજ આપણને અહીં પડે છે તેથી ૬૮૭ ગણું તેજ ત્યાં સૂર્યનું પડે છે.

નેપચ્યુનને એક ઉપગ્રહ છે અને તે લેસેલ નામના એક ખગોળ શાસ્ત્રીએ નેપચ્યુનની શોધ પછી એક મહિને શોધી કહાડયો હતો. તે લગભગ આપણા ચંદ્ર જેવડો છે અને ગ્રહથી તેનું અંતર પણ લગભગ આપણા ચંદ્ર જેટલું છે. એનો પ્રદક્ષિણાનો કાળ ૫ દિ. ૨૧ ક. ૨ મી. છે, અને તે ક્રાંતિવૃતને ૩૫° અંશે છેદે છે. યુરેનસના ઉપગ્રહની માફક એની ગતિ પણ વક્ર છે.

નેપચ્યુન પછી કોઈ ગ્રહ છે કે નહિ તે વિષે નક્કી કહી શકાતું નથી, કારણ કે તે જાણવાને માટે કંઈ પણ સાધન નથી. જ્યાં સુધી નેપચ્યુનના આખા માર્ગના નિરીક્ષા કરાય નહીં, ત્યાં સુધી તેના સ્થાનમાં કોઈ પણ ગ્રહ ફેરફાર કરે છે કે નહીં તે કહી શકાય નહીં. આ પ્રમાણે સૂર્યમાળાની એક સરહદ પર બુધ અને બીજી સરહદ પર નેપચ્યુન છે. બુધને અસલના વખતમાં શોધી કહાડવામાં આવ્યો હતો અને નેપચ્યુનને છેક ૧૯ મી સદીમાં શોધી કહાડવામાં આવ્યો છે. જેટલું માન નેપચ્યુનના શોધનારને ઘટે છે, તેટલુંજ માન અને બલકે તેથી વધારે માન બુધના શોધનારને ઘટે છે, કારણ કે તે વખતમાં દૂરબીન નહોતાં અને તેમજ ગણિતશાસ્ત્ર પણ એટલી ઉંચી કળાએ પહોંચ્યું નહોતું. સૂર્યમાળાનું વર્ણન આટલા ગ્રહોથી જ પુરૂં થતું નથી કારણ કે ધૂમકેતુ અને ખરતા તારા પણ સૂર્યમાળાના અંગો છે અને તેથી હવે ધૂમકેતુ અને ખરતા તારાનું વર્ણન આપવામાં આવશે.

प्रकरण आठमुं.

धूमकेतु अथवा पुछडीआ तारा.

આગલા પ્રકરણોમાં જે આકાશી પદાર્થો વિષે વાંચી ગયા તે બધા લગભગ ગોળ હતા અને તેમાંના કેટલાક ઘન હતા. આ બધામાંના કેટલાકના જાતિય ગુરૂત્વ અગર જો કે પૃથ્વીના જાતિય ગુરૂત્વ કરતાં ઓછાં હતાં તોપણ તેઓના જાતિય ગુરૂત્વ હવાવાળા પદાર્થો કરતાં સો ગણાં વધારે હતાં. આ પ્રકરણમાં જે પદાર્થો વિષે વિવેચન કરવામાં આવશે તે આગલા પદાર્થો કરતાં જુદીજ તરેહના છે. તેઓના આકાર અનિયમિત છે. તેઓ ઘણાજ પાતળા પદાર્થના બનેલા છે અને તેઓનું વજન ઘણું જ ઓછું છે. આ ત્રણ બાબતમાં પણ તેઓ જુદા પડે છે એટલુંજ નહિ પણ તેઓ ગ્રહથી બીજી બાબતોમાં પણ જુદા પડે છે. આ ગ્રહો અમુક વખતે દેખાયાજ કરે છે પણ આ પદાર્થો દેખાતા નથી. એકદમ તેઓ દેખાય છે અને તેઓનુ કદ વધતાં વધતાં એટલું મોટું થાય છે કે અભણ અજ્ઞાન પુરૂષોમાં તેઓ ભય ઉત્પન્ન કરે છે. પાછા તેઓ અદ્રશ્ય થઇ જાય છે અને કેટલાક તો ફરી દેખાતાજ નથી. આ આકાશી પદાર્થો ધૂમકેતુ અથવા પુછડીઆ તારા નામે ઓળખાય છે કારણ કે તેને પુછડી હોય એમ લાગે છે.

અસલના વખતમાં નરી આંખે જે ધૂમકેતુઓ દેખાતા તેટલાજ માત્ર જાણવામાં આવતા પણ હાલ તો દૂરબીનની મદદથી ઘણા જડી આવે છે, ને વર્ષોવર્ષ તેમાં ઉમેરો થતો જાય છે. કેટલાક ખગોળ શાસ્ત્રી માત્ર ધૂમકેતુની શોધમાં જ રોકાયલા રહે છે. એક એવા ખગોળ શાસ્ત્રી મેસીઅર વિષે કહેવામાં આવે છે કે તેણે પોતાની બધી જીંદગી ધૂમકેતુની શોધમાં ગાળી હતી. એક વખત તે એક ધૂમકેતુ શોધવાની અણી પર હતો પણ તેની સ્ત્રીના માંદવાડના રોકાણને લીધે તે વખતે તે તે ધૂમકેતુ પકડી શકયો નહીં. પછી એજ ધૂમકેતુ લીમોજીસના મોનટેન નામના ખગોળશાસ્ત્રીએ શોધી કાઢયો. જ્યારે મેસીઅરની સ્ત્રી મરી ગઈ અને લોકો તેને દીલાસો આપવા

ગયા ત્યારે તે પોતાની સ્ત્રીને માટે કંઈ પણ દીલગીરી બતાવતો નહીં પણ કહેતો કે " અરે ભાઇ હું શું કરૂં. મે બાર ધૂમકેતુ શોધી કહાડયા અને તેરમો શોધતો હતો એટલામાં આ મોનટેન તે લઈ ગયો " અને આંખમાં આંસુ લાવી રડતો. એટલામાં તેને યાદ આવતું કે લોકો તો તેની સ્ત્રીના મરણને માટે દીલાસો આપવો આવ્યા છે ત્યારે બોલતો કે " અરે મારી વહાલી સ્ત્રી ! " પણ એનું મગજ ધૂમકેતુ પાછળ એટલું બધું લાગેલું હતું કે તરતજ પાછો ધૂમકેતુને માટે રડતો. વર્ષોવર્ષ આવા આદમીઓ નવા ધૂમ-કેતુઓ શોધી કહાડે છે. ઝાંખા ધૂમકેતુ નિહારીકા જેવા લાગે છે પણ તેની ગતિ પરથી તે ધૂમકેતુ છે એમ નક્કી કરવામાં આવે છે. ત્રણ હજાર વર્ષમાં લગભગ ૭૦૦ ધૂમકેતુ જોવામાં આવ્યા છે. જ્યારથી દૂરબીનનો ઉપયોગ થવા માંડયો છે ત્યારથી દર વર્ષે લગભગ અડધો ડઝન નવા જડે છે પણ આ અડધો ડઝનમાંના ઘણા એટલા ઝાંખા હોય છે કે દૂરબીનની મદદ વગર તેઓ જોઈ શકાતા નથી. ધૂમકેતુની સંખ્યા આકાશમાં ઘણી મોટી છે એવી ગણત્રી કરવામાં આવી છે કે સૂર્ય પાસે જેટલા ધૂમકેતુ આવે છે તે કરતાં લાખો નેપચ્યુન પાસે આવી ચાલ્યા જાય છે. કેપ્લરની ગણત્રી એવી હતી કે પાણીમાં જેટલાં માછલાં છે તે કરતાં પણ આકાશમાં ધૂમકેતુ વધારે છે.

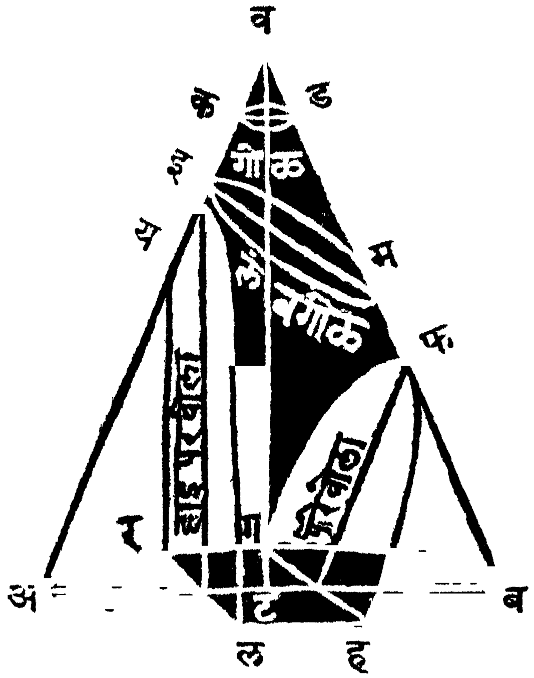
જે ધૂમકેતુ મોટા હોય છે તેને તેના શોધનારનાં નામ આપવામાં આવે છે. ઈ. સ. ૧૮૫૮ નો ધૂમકેતુ ડોનાટી નામના આદમીએ શોધી કહાડયો હતો માટે તે ડોનાટી નામે ઓળખાય છે. એંકીએ એક ધૂમકેતુ સંબંધી ઘણી શોધ કરી તે વડે પોતાનું નામ પ્રસિદ્ધ કર્યું છે તેથી તે એંકીનો ધૂમ-કેતુ કહેવાય છે. વળી જે વર્ષમાં ધૂમકેતુઓ શોધાય છે તે વર્ષનાં નામ પણ તેને આપવામાં આવે છે. ઈ. સ. ૧૮૭૨ માં જે ધૂમકેત ફીનલેએ કેપ ઑાફ ગુડ હોપ આગળ શોધી કહાડયો હતો તે ઇ. સ. ૧૮૮૨ના ધૂમકેતુ નામે ઓળખાય છે. જો એક વર્ષમાં ઘણા દેખાય છે તો જે અનુક્રમે સૂર્યની પાસે આવે છે તે અનુક્રમ પ્રમાણે તેને નંબર આપવામાં આવે છે. વળી જો કોઇ ધૂમકેતુ બે આદમી શોધી કાઢે છે તો તેને બે નામ આપવામાં આવે છે. દાખલા તરીકે ઇ. સ. ૧૮૪૩ નો પોન્સ બ્રુકસ ધૂમકેતુ ઇ. સ.

૧૮૧૨ માં પોન્સે શોધી કહાડયો હતો અને બ્રુકસે પાછો તેજ ઇ. સ. ૧૮૯૩ માં શોધી કહાડયો હતો. વરાહમિહિરના બૃહત સંહિતાના ૧૧ મા પ્રકરણમાં ધૂમકેતુનાં વર્ણન આપેલાં છે. તેમાં ધૂમકેતુ કેટલા છે, કેવી રીતે ફરે છે, ક્યાં દેખાય છે તથા તેને કેટલી પુંછડી હોય છે તે પણ લખેલું છે. તેમાં ધૂમ-કેતુઓનાં નામો આપેલાં છે. તે પરથી લાગે છે કે તે વખતમાં પણ શોધ-નાર ઉપરથી ધૂમકેતુનાં નામ પડતાં હતાં. પારાસર વગેરે ઋષિઓએ પણ ધૂમકેતુ વિષે ઘણું લખ્યું છે.

એરીસટોટલ અને એના અનુયાયીઓ ધૂમકેતુઓને પૃથ્વીની જોડે સંબંધ રાખનારા પદાર્થો ગણતા તેથી કરીને ટાલેમી એ સંબંધી પોતાના ગ્રંથમાં કંઈ પણ બોલતો નથી. ટાઇકો બ્રાહીએ પહેલી વખત સિદ્ધ કરી આપ્યું કે ધૂમકેતુઓ ચંદ્રથી પણ દૂર છે અને તેની કક્ષા ગોળ છે. કેપ્લર-નો મત એવો હતો કે ધૂમકેતુઓ સીધી લીટીમાં ફરે છે. હેવેલીઅસ નામના આદમીએ અને તેના શિષ્યે સિદ્ધ કર્યું કે આ ધૂમકેતુઓ ગોળ તેમજ સીધી લીટીમાં ફરતા નથી પણ લંબ ગોળ માર્ગમાં ફરે છે. ધૂમકેતુઓ તેની કક્ષાથીજ ઓળખવામાં આવે છે. ધૂમકેતુઓ એક બીજાથી જુદા પડે છે એટલું જ નહિ પણ એકના એક ધૂમકેતુના આકારમાં ઘણો મોટો ફેર-ફાર માલમ પડે છે. કોઈ વખત તે ઘણોજ મોટો દેખાય છે અને પછી નાનો દેખાતો જાય છે. બીજી વખત હવે એક ધૂમકેતુ એક વખતે દેખાયો તો તેને કેવી રીતે ઓળખી કાઢવો એ મોટો સવાલ છે. પણ એક વખતે જો આપણે તેની કક્ષા જાણીએ તો બીજી વખત આપણે કદી પણ ભૂલીએ નહીં. ગમે તેટલો તેના દેખાવમાં ફેરફાર થાય તોપણ ધૂમકેતુ પોતાની કક્ષા છોડતોજ નથી અને તેથીજ તેઓ એકદમ પકડાય છે.

આ ધૂમકેતુઓના ફરવાના માર્ગ ત્રણ તરેહના છે. કેટલાકો લંબગોળમાં ફરે છે, કેટલાકો પેરાબોલામાં ફરે છે અને કેટલાકો હાઇપરબોલામાં ફરે છે. લંબગોળ, પેરાબોલા અને હાઇપરબોલા એ ત્રણ લંબ માર્ગ છે પણ તેમાં થોડો ફેર છે. એમાંના પહેલો પેરાબોલા બંધ માર્ગ છે અને બીજો અને ત્રીજો અબંધ માર્ગ છે. પેરાબોલામાં તેના બે ભાગો સમાંતર હોય છે અને

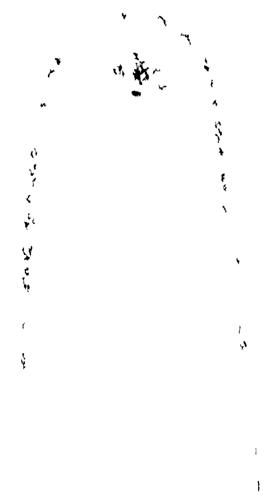
હાઇપિરબોલામાં તે સમાંતર હોતા નથી પણ તેના માર્ગની વચ્ચેનો ખુણો મોટો ને મોટો થતો જાય છે. નીચલી આકૃતિમાં એ ત્રણે માર્ગોના નમુના બતાવેલા છે. ગાજર લઈ આપણે તેના પાયાને સમાંતરે જે ચકતી ઉતારીશું તે વર્તુળ થશે અને જે પાયાને ખુણે ઉતારીશું તે લંબગોળ થશે. એની મધ્ય રેષાને સમાંતરે જે ચકતી ઉતારીશું તે હાઇપિરબોલા થશે અને મધ્ય રેષાને ખુણા પડતી ચકતી ઉતારીશું તે પેરાબોલા થશે.



આકૃતિ ૭૧.

જે ધૂમકેતુ બંધ લંબગોળમાં ફરે છે તેની આવવાની વકી છે અને જે પેરાબોલામાં ફરે છે તે ધૂમકેતુ કોઈ મોટા ગ્રહ પાસે આવી જાય છે તો તે ગ્રહના આકર્ષણને લીધે તે ધૂમકેતુના માર્ગ બદલાઈ લંબગોળ થાય છે અને પછી તે હંમેશા આજ નવા માર્ગમાં ફર્યા કરે છે. આકર્ષણને લીધે વખતે જો કોઈક રીતે ધૂમકેતુની ગતિ વધે તો તેનો માર્ગ પેરાબોલા બદલાઈ હાઇપિરબોલા થાય છે. બૃહસ્પતિ પાસે થઈ ને જે ધૂમકેતુઓ જાય છે તેઓનો માર્ગ બૃહસ્પતિના આકર્ષણને લીધે ઘણો બદલાય છે. બૃહસ્પતિએ એવી રીતે ૨૦ ધૂમકેતુ પકડી તેના માર્ગ બદલેલા છે. નેપચ્યુને પણ એવી રીતે ૬ ને પકડી તેના માર્ગ બદલાવ્યા છે. કેટલાકો ધૂમકેતુને પરોણાની ઉપમા આપે છે. તેઓ કહે છે કે લંબગોળમાં ફરનારા પરોણા અમુક વખતે પાછા આવે છે. જો નેપચ્યુન કે બૃહસ્પતિ બીજા વર્ગના પરોણાને તાણ કરે તો તેઓ પણ પાછા આવે છે. ત્રીજા વર્ગના પરોણા ઘણા મીજાસી છે અને કોઈની તાણને માન આપતા નથી.

ધૂમકેતુના મુખ્ય ત્રણ ભાગ છે—કોમા અથવા માથું, નુકલીઅસ અથવા કેંદ્ર અને પુંછડી.



આકૃતિ ૭૨ મી. ધૂમકેતુ.

પુછડીઆ તારામાં જે વાદળા જેવો અગ્ર ભાગ દેખાય છે તે તેનું માથું અથવા શિખા કહેવાય છે. ઝાંખા ધૂમકેતુનાં માત્ર આ ભાગજ દેખાય છે. નુકલીઅસ એ માથામાં તારા અથવા ગ્રહ જેવો દેખાય છે અને આખા ધૂમકેતુનો એ ઘટ ભાગ છે. વળી તે ઘણોજ પ્રકાશિત ભાગ છે. બધા જ ધૂમકેતુમાં આ દેખાય છે એમ નથી પણ જેમ જેમ ધૂમકેતુ સૂર્યની પાસે આવતો જાય છે તેમ તેમ તે વધારે પ્રકાશિત અને છુટો દેખાતો જાય છે. કેટલીક વખતે માથામાં એક નુકલીઅસને બદલે બે ત્રણ હોય છે. માથાથી પાછલા ભાગ સુધી પથરાયેલો જે પ્રકાશિત ભાગ દેખાય છે તે પુછડી કહેવાય છે. નરી આંખે આપણને જે આનંદદાયક ભાગ લાગે છે તે આજ છે. જેવી રીતે આગગાડીના એંજીનમાંથી ધુમાડો નીકળતો લાગે છે તેવી રીતે ધૂમકેતુ જ્યારે સૂર્યની પાસે જાય છે ત્યારે તેમાંથી આ પુછડી નીકળે છે. અગર જો કે ધૂમકેતુના આ પ્રમાણે ત્રણ ભાગ આપેલા છે તો પણ દરેકમાં આ ત્રણે ભાગ દેખાવાજ જોઈએ એમ નથી. કેટલાકમાં નુકલીઅસ હોતો નથી તો કેટલાકમાં પુછડી હોતી નથી. આ ઉપરાંત એક ચોથો ભાગ જેટસ અને એનવેલપ્શ (પડો અને ફુવારા જેવી ધારો) છે. ધૂમકેતુ જ્યારે સૂર્યની પાસે આવે છે ત્યારે તેના નુકલીઅસમાંથી સૂર્યની બાજુ તરફ એ જેટસો નીકળે છે. આ ઉંચે ને ઉંચે જાય છે અને પછી માથામાં અદૃશ્ય થાય છે.

ધૂમકેતુઓ ઓછા વધતા પ્રકાશિત હોય છે. કેટલાક એવા તો પ્રકાશિત હોય છે કે તેઓ ધોળે દિવસે પણ જોઈ શકાય છે અને કેટલાક તો વળી એવા ઝાંખા હોય છે કે તેઓને જોવાને માટે શક્તિવાન દૂરબીનની જરૂર પડે છે. ઈ. સ. ૧૮૪૩ અને ઈ. સ. ૧૮૮૨ માં જે ધૂમકેતુ દેખાયા હતા તે ખરે બપોરે પણ જણાતા હતા. વળી એનો એવો નિયમ છે કે એનો પ્રકાશ એક સરખો રહેતો નથી. જેમ જેમ ધૂમકેતુ સૂર્યની પાસે ને પાસે જતો જાય છે તેમ તેમ તે વધારે પ્રકાશિત થતો જાય છે. કેટલાક ધૂમકેતુ માત્ર થોડા અઠવાડીઆજ દેખાય છે અને કેટલાક વધારે વખત દેખાય છે. ઈ. સ. ૧૮૮૧ નો ધૂમકેતુ ૧૭ મહિના દેખાયો હતો. ઈ. સ. ૧૮૮૯ નો પહેલો ધૂમકેતુ બે વર્ષ સુધી દેખાયો હતો.

મોટા ગ્રહો સાથે સરખાવતાં એનાં કદ ઘણાંજ મોટાં છે અને જો પુછડી ગણત્રીમાં લઈએ તો કદ અજાયબ પમાડે એવડાં થાય છે. સાધારણ રીતે દૂરબીનમાં દેખાય એવા નાના ધૂમકેતુના માથાનો વ્યાસ ૪૦,૦૦૦ માઇલથી ૧,૦૦,૦૦૦ માઇલ હોય છે. ૧૦,૦૦૦ માઇલથી ઓછા વ્યાસના ધૂમકેતુ તો જવલેજ દેખાય છે. ઈ. સ. ૧૮૧૧ ના ધૂમકેતુના માથાનો વ્યાસ ૧૨,૦૦,૦૦૦ માઇલ હતો જે સૂર્યના વ્યાસ કરતાં પણ મોટા છે. જેમ જેમ ધૂમકેતુ સૂર્યની પાસે આવતો જાય છે તેમ તેમ માથાનો વ્યાસ ઓછો થતો જાય છે. એંકીનો ધૂમકેતુ જ્યારે પહેલો દેખાય છે તે વખતે સૂર્યથી તેનું અંતર ૧૩,૦૦,૦૦,૦૦૦ માઇલ હોય છે અને વખતે તેના માથાનો વ્યાસ ૩,૦૦,૦૦૦ માઇલ હોય છે અને તે છેક જ્યારે સૂર્યની પાસે આવે છે એટલે કે સૂર્ય અને તેની વચ્ચે અંતર ૩,૩૦,૦૦,૦૦૦ માઇલનું હોય છે. ત્યારે તેના માથાનો વ્યાસ ૧૨,૦૦૦ થી ૧૪,૦૦૦ માઇલ હોય છે.

નુકલીઅસનો વ્યાસ ૧૦૦ થી ૮૦૦૦ માઇલ સુધી હોય છે. કોમાની માફક એનું કદ પણ નાનું મોટું થતું જાય છે. પુછડી ૧,૦૦,૦૦,૦૦૦થી ૧,૫૦,૦૦,૦૦૦ માઇલ હોય છે. કોઇ કોઈ વખતે પુછડી ૧૦,૦૦,૦૦૦ માઇલ સુધીની પણ હોય છે. ઈ. સ. ૧૮૮૨ ના ધૂમકેતુની પુછડીઓથી પણ મોટી હતી. એ ધૂમકેતુની પુછડીનો માથા આગળનો વ્યાસ ૨,૦૦,૦૦૦ માઇલ અને છેડા પરનો વ્યાસ ૧,૦૦,૦૦,૦૦૦ માઇલ હતો. ધમકેતુનો મોટામાં મોટો ભાગ પુછડી છે. કેટલીક પુછડી સાંકડી અને સીધી હોય છે, કેટલીક વખતે ધૂમકેતુને એક કરતાં પણ વધારે પુછડી હોય છે.

આ પ્રમાણે ધૂમકેતુનાં કદ મોટાં હોય છે પણ રજકણ સમૂહ ઘણાજ નાના હોય છે. એમ જો ન હોત તો પૃથ્વી અને બીજા ગ્રહોના માર્ગો પર તે અસર કર્યા વગર રહેત નહિ. મોટામાં મોટા ૧,૦૦,૦૦૦ ધૂમકેતુ એકઠા કરીએ તો તેનું વજન પૃથ્વી જેટલું થાય નહીં. પૃથ્વી વગેરેના આકર્ષણથી તેઓના માર્ગમાં ફેર પડેલા છે પણ તેમના આકર્ષણથી કોઈ પણ ગ્રહના માર્ગમાં ફેરફાર થયલો જણાયો નથી. પણ તેઓ મોટા કદના છે અને તેઓનું વજન આટલું બધું ઓછું છે તો તે પરથી તેનું જાતિય ગુરૂત્વ

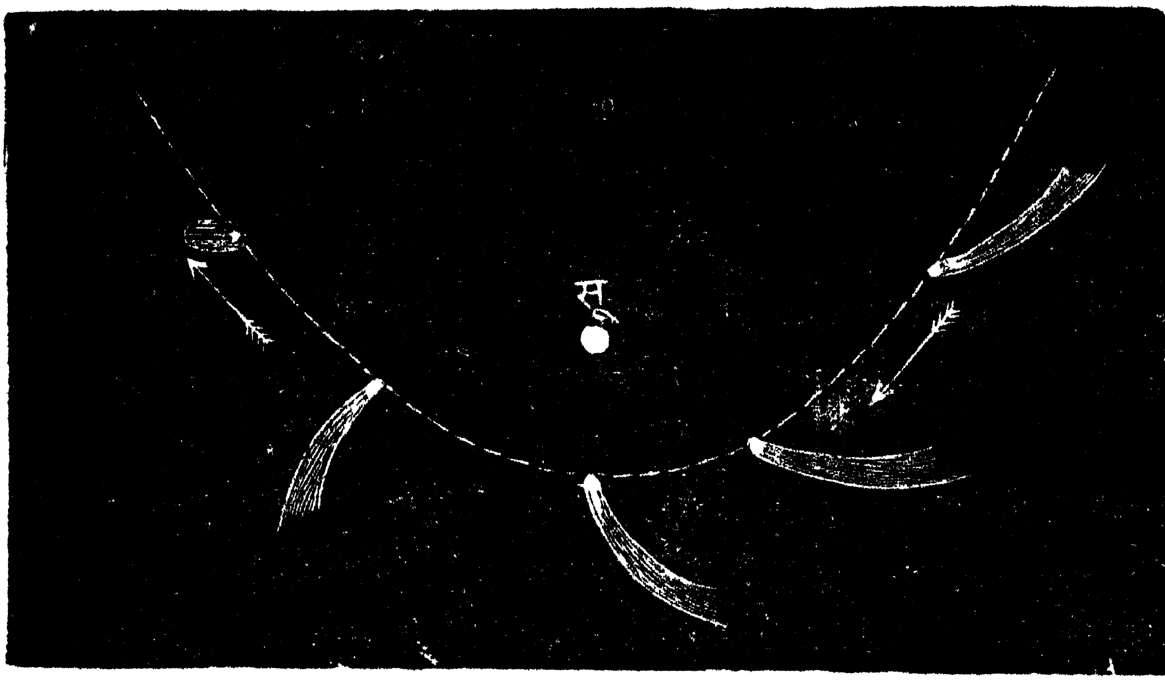
ઘણુંજ ઓછું હશે એમ કહ્યા વગર ચાલતું નથી. એ ધૂમકેતુ એવા તો બારીક પદાર્થના એટલે છુટા છુટા રજકણના બનેલા છે કે જ્યારે તેઓ તારા ઉપરથી પસાર થાય છે ત્યારે તારાઓનું તેજ જરા પણ ઝાંખુ પડતું નથી. ૪૦,૦૦૦ માઇલ વ્યાસના ધૂમકેતુનો રજકણ સમૂહ પૃથ્વીના રજકણ સમૂહનો $\frac{૧}{૨,૫૦,૦૦૦}$ ભાગ હોય છે અને તેનું જાતિય ગુરૂત્વ હવાના જાતિય ગુરૂત્વનો $\frac{૧}{૯૦૦૦}$ મો ભાગ થાય છે. જ્યારે પુછડી ઘણીજ જાડી હોય છે ત્યારે તેની અંદરથી દેખાતા તારાનો પ્રકાશ સહેજ ઝાંખો લાગે છે.

ધૂમકેતુનો પ્રકાશ સૂર્યથી તેના અંતરના પ્રમાણમાં વધતો ઓછો હોય છે. કેટલોક પ્રકાશ એનો પોતાનોજ હોય છે. જ્યારે સૂર્ય પાસે એ જાય છે ત્યારે એમાં એટલી તો ગરમી ઉત્પન્ન થાય છે કે તેટલી પૃથ્વી પર મોટામાં મોટી ભઠ્ઠીમાં પણ જોવામાં આવતી નથી. એનું સ્પેકટ્રમ બે તરેહનું છે. એક ફક્ત સૂર્યના તેજથી જે ઉત્પન્ન થાય છે તે, અને બીજું એના પોતાના તેજનું હોય છે. બીજા સ્પેકટ્રમની તપાસ કરતાં માલમ પડે છે કે તેમાં હાઇડ્રો કારબન ગેસીઝ પુષ્કળ હોય છે. કેટલીક વખતે જ્યારે ધમકેતુ સૂર્યની છેક પાસે હોય છે ત્યારે તેમાં સોડીઅમ અને લોખંડ પણ માલમ પડે છે. ધુમકેતુના પોતાના તેજનું કારણ એવું માનવામાં આવે છે કે કંઈ કારણને લીધે તેમાં વિજળીના જેવો પ્રકાશ ઉત્પન્ન થાય છે.

પહેલ વહેલો ધૂમકેતુ દૂરબીનમાં પકડાય છે ત્યારે આકાશ પર તે ફીણ જેવું વાદળું દેખાય છે અને તેના મધ્ય ભાગમાં કેંદ્ર જરા વધારે ઘટ્ટ દેખાય છે. જેમ જેમ તે સૂર્યની પાસે આવતો જાય છે તેમ તેમ તે વધારે પ્રકાશિત દેખાતો જાય છે અને જો નુકલીઅસ હોય છે તો ધુમસ જેવા પ્રકાશમાંથી નુકલીઅસ ઝાંખા તારા જેવો દેખાય છે. જેમ જેમ સૂર્યના પ્રકાશથી તે ગરમ થતો જાય છે તેમ તેમ તેમાં તોફાનો થતાં જાય છે. અને જેમ જેમ તે સૂર્યની પાસે ને પાસે આવતો જાય છે, તેમ તેમ પુછડી મોટી ને મોટી અને વધારે પ્રકાશિત દેખાતી જાય છે, સૂર્યની પાસે આવી ગયા પછી ન્યુકલીઅસ, ઝાંખુ અને ઝાંખુ થતું જાય છે. માથું મોટું અને પુછડી ટુંકી અને ટુંકી થતી જાય છે.

માથાના ભાગમાં ઘન અથવા હવા રૂપ પદાર્થનું મિશ્રણ છે. ખરતા તારા અને ધૂમકેતુ વચ્ચે ઘણો સંબંધ છે તે આગળ બતાવવામાં આવશે. તે સંબંધ પરથી એમ લાગે છે કે એના માથામાં છુટા છુટા ઘન પદાર્થો હોવા જોઈએ. કેટલાકો કહે છે કે એ ઘન પદાર્થો રેતીના દાણા જેવડા છે.

ધૂમકેતુની પુછડી હમેશા સૂર્યની સામી દિશાએ હોય છે. તે દેખાવ



આકૃતિ ૭૨ મી.

પુછડીની દિશા.

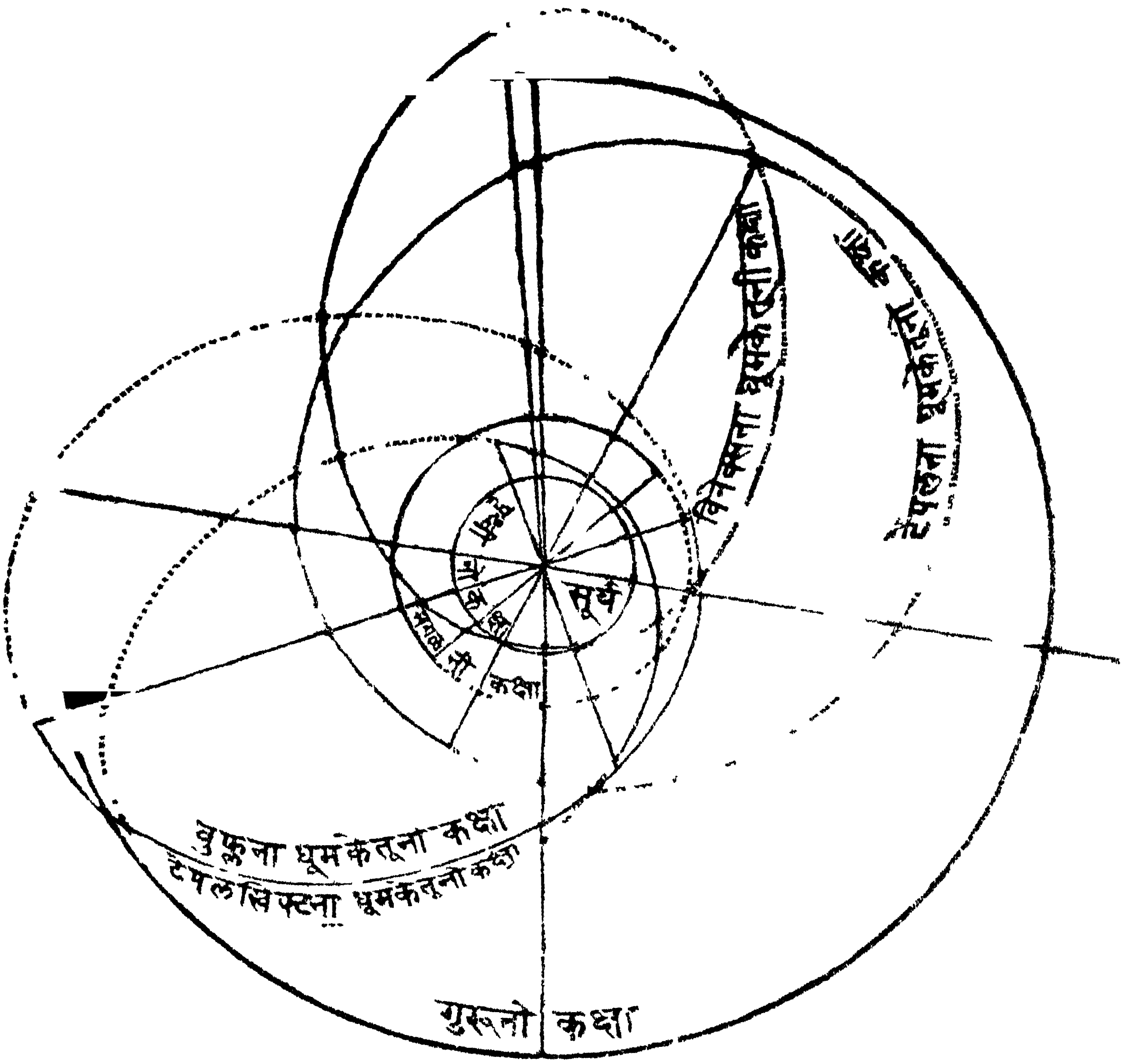
આ ઉપરની આકૃતિ પરથી માલમ પડશે. જેટ અને એનવેલેપમાંથી જે પદાર્થ નીકળે છે તે કંઈક સૂર્ય અને ધૂમકેતુમાં રહેલા વિજળીક બળને લીધે પાછો પડે છે અને તેની પુછડી બને છે. બેસેલ, નોરટન, અને રૂશિઅન ખગોળ શાસ્ત્રી બ્રેડિચિને શોધ કરી છે તે ઉપરથી સિદ્ધ થાય છે કે ધૂમકેતુનો મધ્ય ભાગ તથા સૂર્ય બંને તે પદાર્થને સૂર્યની સામી દિશાએ મોકલે છે અને આકર્ષણનો નિયમ આમાં કોઈ રીતે ભંગ થતો નથી. વિજળીક બળ હમેશાં આકર્ષણ કરતાં વધારે હોય છે. કેટલીક વખત એ બળ આકર્ષણ કરતાં બાર ગણું હોય છે. સાધારણ રીતે પુછડીનો આકાર શિંગડા જેવો હોય છે.

ઉપલાજ ખગોળશાસ્ત્રી બ્રેડિચિને પુછડીનો સારો અભ્યાસ કરેલો છે અને તે પુછડીના ત્રણ વર્ગ પાડે છે. પહેલા વર્ગની પુછડી લગભગ સીધી હોય છે અને તે સૂર્યની સામી બાજુએ હોય છે, આ વર્ગની પુછડી હાઈડ્રોજન ગૅસની બનેલી હોય છે. બીજા વર્ગની પુછડી જરા વાંક ખાતી હોય એવી દેખાય છે. આમાં આકર્ષણ કરતાં વિજળીક બળ ર$\frac{1}{5}$ ગણું હોય છે. સાધારણ રીતે ઘણાખરા ધૂમકેતુની પુછડી આ વર્ગની હોય છે. એ પુછડી હાઈડ્રોજન અને કારબોનની બનેલી હોય છે. એ પુછડીમાં માર્શ ગૅસ અને ઓલીફીઅન્ટ ગૅસ એ બે મુખ્ય છે. ત્રીજો વર્ગ બહુ સાધારણ નથી. ત્રીજા વર્ગની પુછડીઓ ઘણી ટુંકી અને ઘણા વાંકવાળી હોય છે તેથી એવું ધારવામાં આવે છે કે એ પુછડીઓ લોખંડની વરાળની બનેલી હોવી જોઈએ.

ગ્રહોની કક્ષા રાશિ ચક્રમાં હોય છે પણ ધૂમકેતુની કક્ષા રાશિચક્રની બહાર પણ હોય છે. એની કક્ષા ક્રાંતિવૃત્ત સાથે ૦° અંશથી ૯૦° અંશ સુધી ખુણા કરે છે. વળી ગ્રહો બધા પશ્ચિમથી પૂર્વ ફરે છે પણ ધૂમકેતુમાંના કેટલાક તો પૂર્વથી પશ્ચિમ ફરે છે.

કેટલાક ધૂમકેતુ બૃહસ્પતિ, શનિ વગેરે ગ્રહોના આકર્ષણને લીધે આપણના સૂર્ય મંડળમાં ફરતા થયા છે. ૭૩ મી આકૃતિ પરથી જણાશે કે એમાંના બતાવેલા ધૂમકેતુની કક્ષાનાં સૂર્યથી દૂરબિંદુ બૃહસ્પતિની કક્ષા પર છે. એ ઉપરથી જણાય છે કે જ્યારે જ્યારે એ ધૂમકેતુઓ ફરતા ફરતા આવેલા ત્યારે તે બૃહસ્પતિએ તેમના માર્ગોમાં ફેરફાર કરેલા અને ત્યારથી તેઓ આપણા સૂર્ય મંડળમાં ફરવા લાગ્યા. બીજા ગ્રહો કરતાં બૃહસ્પતિનું આકર્ષણ બળ હોવાને લીધે બૃહસ્પતિએ ઘણા ધૂમકેતુને પકડયા છે. બૃહસ્પતિએ ૨૭, શનિએ ૨, યુરેનસે ૩, અને નેપચ્યુને ૬ ધૂમકેતુ પકડેલા છે. હેલીનો ધૂમકેતુ નેપચ્યુનનો ધૂમકેતુ કહેવાય છે. આવી રીતે પકડવાના નિયમને "કૅપચર થીઅરી" (પકડવાનો સિદ્ધાંત) કહે છે. બૃહત સંહિતાના ૧૧ મા પ્રકરણમાં કહેલું છે કે શનિને ૬૦ અને બૃહસ્પતિને ૬૫ ધૂમકેતુઓ છે. આગળના ઋષિઓએ આ પ્રમાણે ધૂમકેતુનો પણ ઘણોજ સારો અભ્યાસ કર્યો હતો એમ જણાય છે.

ધૂમકેતુના સમૂહ છે અને એક સમૂહના ધૂમકેતુ એકજ માર્ગમાં ફરે છે ને તેઓ એક પછી એક દેખાય છે. ઈ. સ. ૧૬૬૮, ૧૮૪૩, ૧૮૮૦, ૧૮૮૨ અને ૧૮૮૭ ના ધૂમકેતુ એકજ સમૂહના છે. ટિસેરેન્ડ નામનો પેરીસનો



આકૃતિ ૭૩ મી.

બૃહસ્પતિના ધૂમકેતુ.

પ્રખ્યાત ખગોળશાસ્ત્રી કહે છે કે કોઈ અમુક ધૂમકેતુનું નુકલીઅસ ફાટી જવાથી તેમાંથી અનેક ધૂમકેતુ ઉત્પન્ન થાય છે, અને અસલ જે માર્ગે ધૂમકેતુ ફરતો હતો તેજ માર્ગે આ ધૂમકેતુનાં બચ્ચાં ફરે છે. પણ તેમના ફરવાના વખતમાં થોડો થોડો ફેર માલમ પડે છે. એવા સમૂહો હાલ છએક જણાયેલા છે.

ધૂમકેતુ ફરીને પાછો આવે છે તે વખતે આગલી વખતે જે પુછડી હતી તેજ ફરીથી દેખાય છે એમ નથી. આગગાડીના એંજીનમાંથી ધુમાડો નીકળે છે તે જેમ દર ક્ષણે જુદો હોય છે તેમજ આ પુછડી પણ નવી હોય છે. તેથી જ્યારે જ્યારે ધૂમકેતુ સૂર્યની પાસે આવે છે ત્યારે તેના કેટલાક પદાર્થનો નાશ થાય છે. તેથી વખત જતાં ધૂમકેતુ પ્રકાશમાં અને રજકણ સમૂહમાં ઓછો થતો જાય છે. સર આઈસેક ન્યુટને તેમને વિષે એવું મત બાંધેલું છે કે આખરે તેઓનાં કણો છુટા પડી જઈ આકાશમાં પથરાઈ જશે. જે ધૂમકેતુ અમુક વખતે પાછા આપણી સૂર્યમાળામાં દેખાતા નથી, તેઓ પોતાના માર્ગમાં બીજા સૂર્યને મળતા હશે અને કદાચ બીજી સૂર્ય માળાના ગ્રહના કબજામાં આવી જવાથી તેઓ ત્યાં ફરશે અને ત્યાં પણ તેમની અવસ્થા આવીજ થશે.

ધૂમકેતુ વિષે આપણા લોકોમાં તેમજ પશ્ચિમની પ્રજામાં ઘણા વહેમો હતા. ભોગજોગે માઠા બનાવો અગાઉ ધૂમકેતુ દેખાયલા અને લોકોએ એક-દમ તે બનાવ અને ધૂમકેતુ વચ્ચે સંબંધ બેસાડી દીધેલો. જેરૂસાલેમનો નાશ થયો તે અગાઉ એક વર્ષ સુધી તે શહેર ઉપર તરવારના પાનાની માફક એક ધૂમકેતુ દેખાયો હતો. જ્યારે જ્યારે ધૂમકેતુ દેખાતો ત્યારે ત્યારે કોઈ પણ રાજાનું મરણ થશે એમ લોકોના મનમાં વહેમ ઉત્પન્ન થતો. ઈ. સ. ૧૦૬૬ માં હેલીનો ધૂમકેતુ દેખાયો હતો અને તેજ અરસામાં રાજા વિલિયમ વિજયીએ ઇંગ્લંડ પર ચઢાઈ કરી હતી. ઈ. સ. ૧૫૨૮ માં જે ધૂમકેતુ દેખાયો હતો તેણે ઘણાના મનમાં ભીતિ ઉત્પન્ન કરી હતી. એમ્બ્રો-પેરી તે વખતના દેખાવનું નીચે પ્રમાણે વર્ણન આપે છે.

" આ ધૂમકેતુ એટલો તો ભયંકર, અને એટલો તો બીવડાવે એવો હતો કે સાધારણ લોકોના મનમાં ઘણીજ બીક ઉત્પન્ન થઈ હતી. કેટલાક બીકને લીધે માંદા પડયા. ધૂમકેતુને મથાળે જાણે મારવાને તરવાર ઉગામેલી હોય તેવી હાથમાં તરવાર દેખાતી હતી. તરવારના છેડા તરફ ત્રણ તારા હતા. વચ્ચે વચ્ચે ચપ્પુઓ, છરીઓ અને માણસનાં ડોકાં હતાં. " હાલના વખતમાં શોધખોળને લીધે અસલ જે બીક હતી તે જતી રહી છે અને

ધૂમકેતુ શોધવા તથા તપાસવા લાયક આનંદદાયક પદાર્થ છે એમ સિદ્ધ થયું છે. હવાની અંદર, અથવા મનુષ્ય ઉપર, અથવા વનસ્પતિ ઉપર ધૂમકેતુ કંઈ પણ અસર કરી શકતા નથી.

ઘણા ધૂમકેતુઓનાં વર્ણનો ચોપડીઓમાં આપવામાં આવે છે પણ આપણે ફક્ત બેનાં વર્ણન જાણીશું તો બસ છે.

હેલી જે ન્યુટનનો સમકાલીન હતો તેણે કંઈ બે ડઝન ધૂમકેતુની કક્ષાની ગણત્રી કરી, તે ઉપરથી તેને માલમ પડયું કે ઈ. સ. ૧૫૩૧, ૧૬૦૭ અને ૧૬૮૨ એ વર્ષના ધૂમકેતુની કક્ષા સરખી છે અને તે ઉપરથી એણે અનુમાન બાંધ્યું કે એ ત્રણે વખતે દેખાયલા ધૂમકેતુઓ એકજ છે અને એ ધૂમકેતુ ૭૫ વર્ષે દેખાય છે. પાછો એ ઈ. સ. ૧૭૫૮ માં દેખાશે એવું પણ એણે જાહેર કર્યું હતું. એ ફરીથી દેખાશે તે અગાઉ પોતે મરી જશે એ સારી રીતે જાણતો હતો તેથી એણે લખ્યું હતું કે જો ફરીથી એ તે વખતે દેખાય તો તેની શોધનું માન લોકોએ (હેલીને) મને આપવું જોઈએ. લોકો એ ધૂમકેતુને હેલીના ધૂમકેતુ નામે ઓળખે છે. એના કહેવા પ્રમાણે ધૂમકેતુ ઈ. સ. ૧૭૫૮ ના ક્રીસ્ટમસની રાત્રે દેખાયો હતો. એ ધૂમકેતુ હાલ એટલે ઈ. સ. ૧૯૧૦ ના મે મહિનામાં દેખાયો હતો. આ વર્ષ જાણે ધૂમકેતુનુંજ હોય એમ આ વર્ષમાં ઘણા ધૂમકેતુ દેખાયા છે.

ઈ. સ. ૧૮૧૯ માં એંકીએ જે ધૂમકેતુના માર્ગની ગણત્રી કરી તેનો ફરવાનો વખત ૩⅓ વર્ષ ઠેરવ્યો. તે એંકીના ધૂમકેતુ નામે ઓળખાય છે. તે ઘણો નાનો છે અને દૂરબીનમાંજ દેખાય છે. બુધથી પાસે આવવાથી એના માર્ગમાં ફેરફાર થતો દેખાય છે તે વધારે પ્રસિદ્ધ છે.

ઈ. સ. ૧૮૮૨ નો ધૂમકેતુ પહેલવહેલો દક્ષિણ ગોળાર્ધમાં જોવામાં આવ્યો હતો. તેની પુછડી ૧૦,૦૦,૦૦,૦૦૦ માઈલની ગણવામાં આવી હતી. એ એટલો બધો પ્રકાશિત હતો કે દિવસે પણ જોવામાં આવતો હતો. એ ધૂમકેતુ ઘણાને યાદ પણ હશે.

ખરતા તારા.

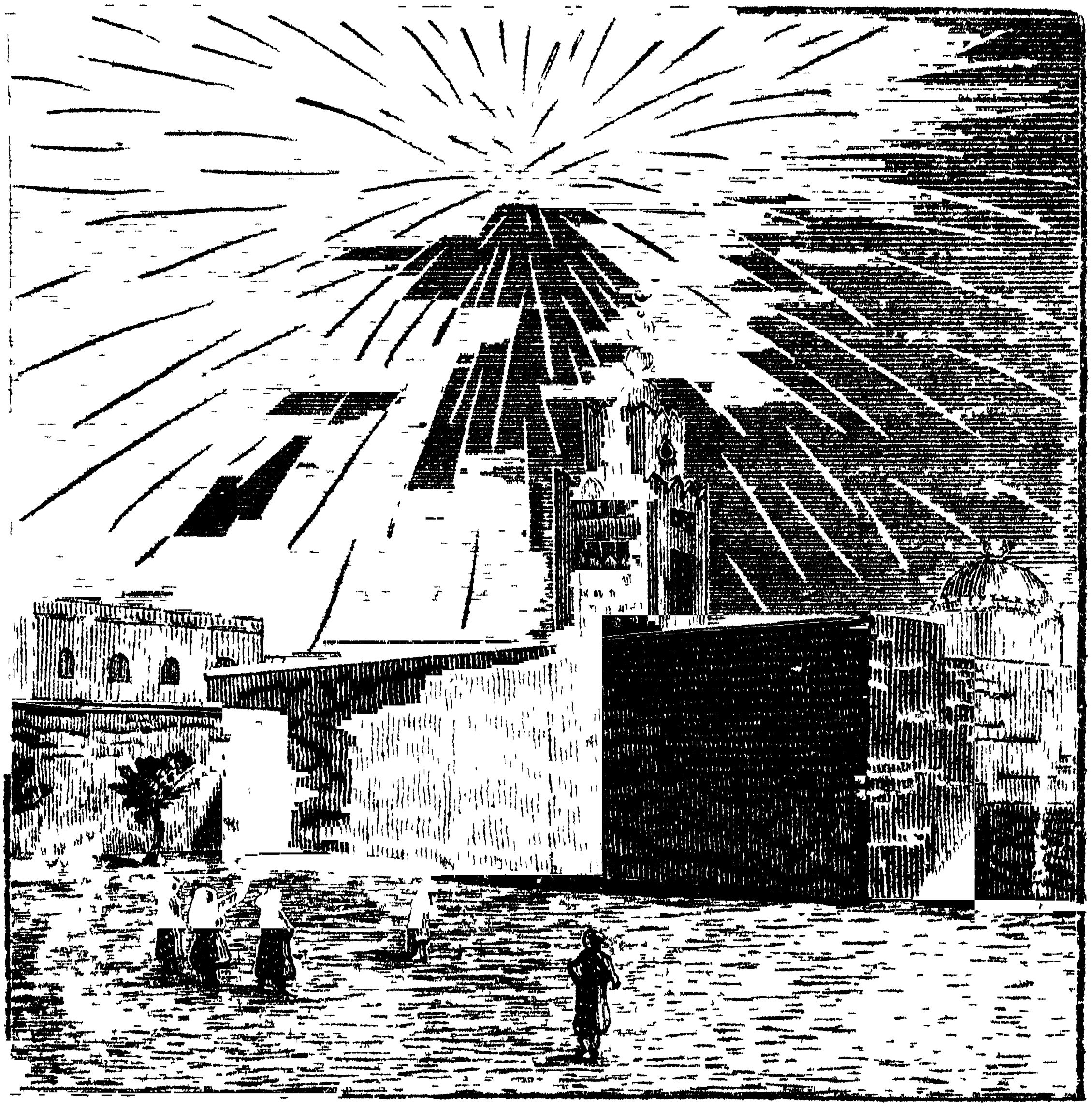
આપણે મોટા ગ્રહો, ધૂમકેતુ વગેરે વિષે વાંચી ગયા. હવે જે પદાર્થોનું

વર્ણન આવશે તે ઘણાજ નાના છે. આપણે જોયું કે ધૂમકેતુ કદમાં સૌથી મોટા છે અને લઘુ ગ્રહો તેની જોડે સરખાવતાં ઘણા નાના છે. આ નવા આકાશી પદાર્થો જેને ખરતા તારા કહીએ છીએ તે તો લઘુ ગ્રહો જોડે સરખાવતાં પણ ઘણા નાના છે. એમાંના કેટલાક જમીન પર પડે છે અને કેટલાક તો પડતા રસ્તામાં ભસ્મ થઈ જાય છે. આ ઉપરથી એના બે ભાગ કરવામાં આવે છે. એકને અંગ્રેજીમાં "મીટીઓરાઈટ" કહે છે અને બીજાને "શુટિંગ સ્ટાર" (ખરતા તારા) કહે છે.

જુના વખતમાં એવા મીટઅરો (ઉલકા) પડેલા જણાયલા છે. ઈ. સ. ૧૪૯૨ ના નવેંબરની સાતમી તારીખે એલસેસમાં જે પત્થર પડયો હતો તે ત્યાંના દેવલમાં રાખવામાં આવ્યો છે અને તેની જોડે તેનો ઈતિહાસ પણ રાખવામાં આવ્યો છે. તે દિવસે બપોર પહેલાં ગર્જના જેવો મોટો અવાજ સંભળાયો હતો અને ૨૮૦ શેર વજનનો એક પત્થર ભોંયમાં ત્રણ ફુટ પેસી જતો જોવામાં આવ્યો હતો. ફ્રાન્સના રેવોલ્યુશન (બળવા) વખત એ પત્થર દેવલમાંથી લઈ લેવામાં આવ્યો હતો, પણ હાલ પાછો ત્યા મુકવામાં આવ્યો છે. એવીજ રીતે બીજી પણ ઘણી જગ્યાએથી મીટીઓરાઈટ જડી આવેલા છે. વીએનામાં એવા પત્થરોનું એક સંગ્રહસ્થાન છે. પેરિસ અને લંડનમાં જે સંગ્રહસ્થાન છે તે પણ જોવા લાયક છે પણ તે ઉપલાની તોલે આવી શકતાં નથી. મીટીઓરાઈટ સાધારણ રીતે નાના હોય છે અને કોઈ કોઈ વખત મોટા પણ જોવામાં આવે છે. આમાંના કેટલાક પત્થરમાંથી લોખંડ અને નીકલ મળી આવેલાં જણાય છે. પૃથ્વીપર જેટલાં તત્વો જડે છે તેના ત્રીજા ભાગ કરતાં વધારે તત્વો એ પત્થરોમાંથી જડયાં છે. એમાંથી કોઈ પણ નવું તત્વ હજુ સુધી જડયું નથી પણ કંઈક નવા મિશ્રણો જડયાં છે. સાધારણ રીતે ગંધક, ફોસફરસ, તાંબુ, કલાઈ, એલ્યુમીનીઅમ, કેલસીઅમ વગેરે વધારે જોવામાં આવે છે. સોનું અથવા રૂપું હજુ કોઇમાંથી જડયા નથી. એરીઝોનામાંથી ઈ. સ. ૧૮૯૧ માં જે પત્થરો જડયા હતા તેમાંથી ઝીણા કાળા હીરા જડયા હતા. એ પત્થરો ઓળખાઈ આવે એવી નિશાની તેના ઉપર એ છે કે તે ઉપર એક પાતળું

કાળું પડ હોય છે. આ પડ પત્થરના પદાર્થો અતિશય ગરમીને લીધે પીગળી જવાથી બનેલું હોય છે.

ઑસ્ટ્રીઆના મીનરલૉજીસ્ટ શરમાકે એનો સારો અભ્યાસ કર્યો છે અને તે કહે છે કે એ કોઈ જ્વાળામુખીમાંથી નીકળેલા પદાર્થો છે. પણ બીજા વિદ્વાનો એના મતને મળતા આવતા નથી. ચંદ્ર ઉપરના જ્વાળામુખી પર્વતો કેટલો વખત થયા ઠંડા પડી ગયા છે અને પૃથ્વી પર એવો કોઈ જ્વાળામુખી નથી કે જે આટલી બધી ગતિવાળા પદાર્થો (દર સેકંડે છ



આકૃતિ ૭૪ મી.

ખરતા તારાનું ઝાપટું.

માઇલની ગતિવાળા) બહાર ફેંકી શકે. પણ જ્યાં ગ્રહો છેક પકવ સ્થિતિએ પહોંચ્યા નહોતા તે વખતે તેના પરના જ્વાળામુખી પર્વતોમાં કદાચ એટલી શક્તિ હોય. કેટલાક ખગોળશાસ્ત્રીનો મત એવો છે કે જેવી રીતે નિહારિકામાંથી ગ્રહો ઉત્પન્ન થયા છે તેવીજ રીતે આ પણ ઉત્પન્ન થયલા હોવા જોઈએ.

ખરતા તારા આકાશમાં ઘણા જ નજરે પડે છે. જો કોઈ માણસ આકાશ તરફ પા કલાક નજર રાખી ઉભો રહેશે તો તેટલા વખતમાં પાંચ છ જોયા વગર રહેશે નહિ. જો પૃથ્વી પર બરાબર આદમી રાખી તપાસ રાખવામાં આવે તો એક દિવસની અંદર કરોડથી દોઢ કરોડ ખરતા તારા જોવામાં આવશે.

આ તારાઓ ઘણાજ નાના છે. જ્યારે એ સળગી ઉઠે છે ત્યારે તેની ઉંચાઈ જમીનથી ૭૫ માઇલ હોવી જોઈએ છે. ૫૦ માઇલને અંતરે તો સળગેલા તારા અદૃશ્ય થઈ જાય છે. જે વખતે એ પ્રકાશમાન દેખાય છે તે વખતે તેની ગતિ દર સેંકડે દશથી પચાશ માઇલ હોય છે. એનામાં ગરમી ઉત્પન્ન થવાનું કારણ એ છે કે એ ઘણી ઝડપથી ફરતા હોય છે અને વાતાવરણનો સ્પર્શ લાગવાથી તેની ગતિ બંધ થઈ ગરમી ઉત્પન્ન થઇ તેનો નાશ થઈ જાય છે. સર વિલિયમ થોમસને સિદ્ધ કરી બતાવ્યું છે કે જે વખતે એ તારો વાતાવરણમાં દાખલ થાય છે તે વખતે બ્લોપાઇપ ફ્લેમમાં હજારો અંશ ગરમી ઉત્પન્ન થયલી હોય તેવી ગરમી ઉત્પન્ન થાય છે. ખરતો તારો પ્રકાશે છે તેનું કારણ એ છે કે તેની સપાટી ઘણી ગરમ હોય છે.

વર્ષના કેટલાક ભાગમાં એ તારા વધારે ખરતા માલમ પડે છે. દર ઑગસ્ટ મહિનાની ૧૦ મી તારીખ પર યયાતિ નામના નક્ષત્રમાંથી ખરતા તારા વધારે નીકળતા માલમ પડે છે. વળી દર નવેંબરની ૧૩ મી તારીખે સિંહ નક્ષત્રમાંથી ઘણા તારા ખરતા માલમ પડે છે. દર ૩૩ વર્ષે સિંહ નક્ષત્રમાંથી એટલા બધા તારા ખરતા નજરે પડે છે કે તેને કેટલાક ખરતા

તારાનું ઝાપટું કહે છે. ઈ. સ. ૧૮૩૩ માં જે ઝાપટું પડયું હતું તે ઘણુંજ અદભૂત હતું. એવું કહેવામાં આવે છે કે તે વખતે પાંચ છ કલાકમાં ૨½ લાખ તારા બોસ્ટનમાં ગણવામાં આવ્યા હતા. આની સાથે કંઈપણ અવાજ સંભળાયો નહોતો અથવા કંઈ પણ પદાર્થ જમીન પર જોવામાં આવ્યો ન હોતો. આગળની આકૃતિમાં એક ખરતા તારાનું ઝાપટું બતાવેલું છે. આ ખરતા તારાનો સમૂહ છે ને ફરતા ફરતા તે જ્યારે પૃથ્વીની કક્ષાને છેદે છે તે વખતે ત્યાં આગળના ઘણા તારા પૃથ્વી પર પડતા જણાય છે. યુરેનસ, નેપચ્યુન, બૃહસ્પતિ વગેરે બધા ગ્રહોએ પોતાના આકર્ષણ બળથી એના અબંધ માર્ગ ફેરવી બંધ માર્ગ બનાવ્યા છે.

ખરતા તારા અને ધુમકેતુ વચ્ચે ઘાડો સંબંધ છે. એ બંનેની કક્ષા એક બીજાને મળતી આવે છે. જે કક્ષામાં ઈ. સ. ૧૮૬૨ નો ધૂમકેતુ ફરે છે તેજ કક્ષામાં ઑગસ્ટના ખરતા તારા ફરે છે. ઈ. સ. ૧૮૬૬ ના ટેમ્પલના ધમકેતુની કક્ષામાં નવેંબરના ખરતા તારાની કક્ષા છે. વળી ખરતા તારાના પત્થરને બહુજ ગરમ કરીએ છીએ ત્યારે જે પ્રકાશ તેમાંથી નીકળે છે તે ધૂમકેતુના પ્રકાશને મળતો આવે છે. તે ઉપરથી કેટલાક કહે છે કે ધુમકેતુ છુટા છુટા એવા ખરતા તારાના સમૂહ છે.

રાશિચક્રતેજ પણ સૂર્યમાળાનો ભાગ છે. વસંત ઋતુમાં એ તેજ સૂર્યના આથમ્યા પછી રાશિચક્રમાં દેખાય છે તેથી એનું નામ રાશિ ચક્ર તેજ પડયું છે. એ શંકુના આકારમાં સૂર્યના આથમ્યા પછી ૯૦° અંશ સુધી રાશિચક્રમાં દેખાય છે. ચોમાસાના વખત પર સૂર્યના ઉગ્યા અગાઉ એ ૯૦ અંશ સુધી દેખાય છે. એમાંથી ઘણું ઝાંખુ તેજ આવે છે તે ઉપરથી તે અતિ પાતળા કે નિહારિકાના રૂપમાં હશે એમ ધારવામાં આવે છે. એ શું છે તે વિષે હજુ બહુજ થોડું જાણવામાં આવેલું છે.

પ્રકરણ ૯ મું.

તારાઓ.

હવે આપણે નવાજ પદાર્થો વિષે વાંચીશું. આપણે દરરોજ રાત્રે તારાઓ જોઈએ છીએ તેને ઓળખતાં શીખવાની જરૂર છે. બધા તારાને ઓળખી ન શકાય તો થોડા જે ઘણા તેજસ્વી છે તેને તો આપણે ઓળખવા જોઈએ. જેમ શહેરમાંના બધા પુરૂષોને આપણે ઓળખતા નથી પણ થોડા ઘણા ગાડી ઘોડામાં બેસી ફરનારને બધા ઓળખે છે તેમ આપણે પણ થોડા તારાઓને તો ઓળખવા જોઈએ. મૃગશર નક્ષત્ર સૌથી વધારે જોવા લાયક છે. એમાં કંઈ અગણિત તારા છે અને એમાં વળી નિહારિકા છે. એ નક્ષત્ર એવું છે કે એને એક વખત જોઈએ તો તે ભૂલાય નહીં. આખા આકાશનો રાજા એ નક્ષત્ર કહીએ તો કંઈ ખોટું નથી.

આકાશ તરફ આપણે જોઈએ તો તારા અસંખ્ય લાગે છે પણ જો બરાબર ગણત્રી કરીએ છીએ તો માલમ પડે છે કે સંખ્યા ઘણી થોડી છે. એનું પ્રત્યક્ષ પ્રમાણ એ છે કે કોઈ પણ માણસે માત્ર અમુક ભાગ લઈ તેમાં કેટલા તારા છે તે ગણવા. ચંદ્ર ન હોય એવી રાત્રે ગણત્રી કરવાથી માલમ પડયું છે કે નરી આંખે દેખાતા તારાની સંખ્યા ૬૦૦૦ થી ૭૦૦૦ છે. ચંદ્ર જ્યારે પ્રકાશે છે ત્યારે તારાની સંખ્યા એથી પણ અડધી દેખાય છે. પણ જ્યારે દૂરબીનની મદદ લઈએ છીએ ત્યારે તો એ ખરેખરા અસંખ્ય જ છે.

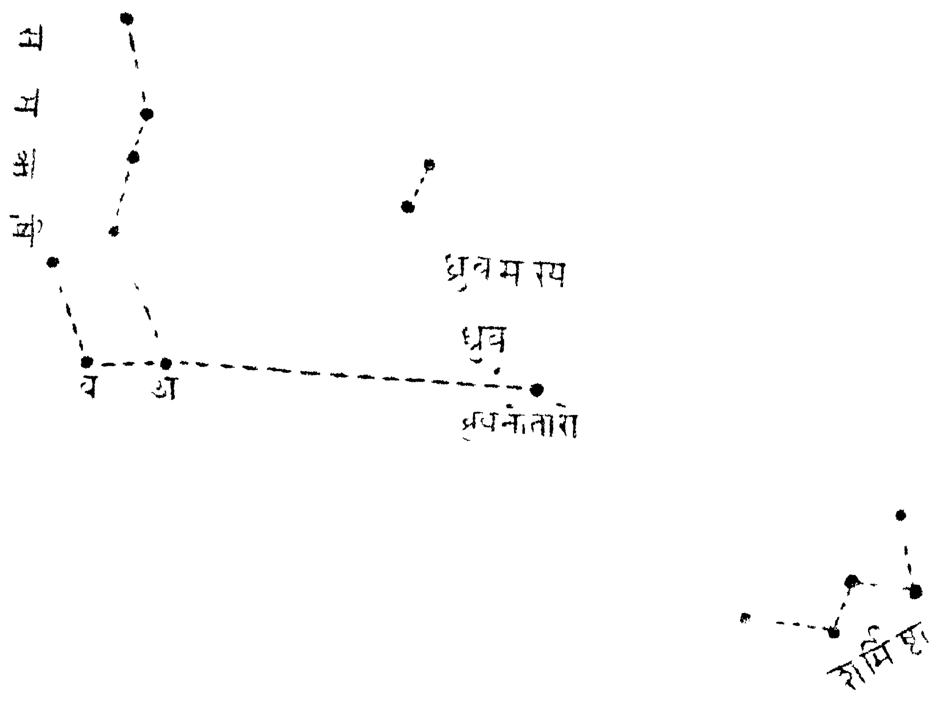
જુના વખતમાં તારાઓના સમૂહ પાડવામાં આવ્યા હતા ને તે સમૂહ પરથી જે આકૃતિ કલ્પાતી તે આકૃતિ પરથી સમૂહનાં નામ પાડયાં છે. એ બધાં નામો ક્યારે ક્યારે પડયાં છે તે નક્કી કહી શકાતું નથી. દરેક પ્રજાના જુના ઇતિહાસમાં જોઇશું તો નક્ષત્રોનાં નામ જોવામાં આવે છે અને નામો લગભગ સરખાં છે. ક્રાંતિવૃતની આઠ અંશ ઉત્તર અને આઠ અંશ દક્ષિણનો પટો રાશિચક્ર કહેવાય છે અને તેની અંદર જે નક્ષત્રો આવેલા છે તેના

ભાગ કરેલા છે અને તે દરેક ભાગ રાશિ કહેવાય છે. એ રાશિ તેથી બાર છે અને તેનાં નામ મેષ, વૃષભ, મિથુન, કર્ક, સિંહ, કન્યા, તુલા, વૃશ્ચિક, ધન, મકર, કુંભ અને મીન છે. આ નામો ગ્રીક, આરબ, અંગ્રેજ વગેરે બીજા લોકોનાં ગ્રંથોમાં પણ છે તેથી કરીને કોઈ કાળે એ નામો એકજ જગ્યાએથી નીકળેલાં હોવાં જોઈએ એમ અનુમાન નીકળે છે.

આપણામાં એ રાશી ચક્રના વળી ૨૭ ભાગ કરેલા છે અને તે નક્ષત્રોનાં નામ અશ્વની, ભરણી, કૃત્તિકા, રોહિણી, મૃગશીર્ષ, આર્દ્રા, પુનર્વસુ, પુષ્ય, આશ્લેષા, મઘા, પૂર્વા ફાલ્ગુની, ઉત્તરા ફાલ્ગુની, હસ્તિ, ચિત્રા, સ્વાતિ, વિશાખા, અનુરાધા, જ્યેષ્ટા, મૂળ, પૂર્વાષાઢા, ઉત્તરાષાઢા, શ્રવણ, ધનિષ્ટા, શતતારા, પૂર્વા ભાદ્રપદ, ઉત્તરા ભાદ્રપદ, અને રેવતી છે. ઉત્તરાષાઢાના ચોથા ભાગથી આરંભીને શ્રવણની પહેલી ૪ ઘડી પર્યંત અભિજિત નક્ષત્ર ગણાય છે. આ નક્ષત્રો છેક જૂના વખતથી ચાલ્યા આવે છે. માસોનાં નામ પણ એ ઉપરથી પડયા છે એ આગળ બતાવેલું છે. ચીના લોકો ૨૮ નક્ષત્ર ગણે છે અને તે આપણા ૨૮ નક્ષત્રને મળતાં આવે છે. અભિજિત નક્ષત્ર જોકે આપણે જ્યોતિષમાં લઈએ છીએ તોપણ આપણે પંચાગમાં આપતા નથી તેનું કારણ શું છે તે જણાયલું નથી. રાશિ બાર છે અને નક્ષત્ર ૨૭ છે એટલે દરેક રાશિમાં ૨¼ નક્ષત્ર આવે છે. પહેલી રાશિ મેષ છે એટલે તેમાં અશ્વનિ, ભરણી અને કૃતિકાનો થોડો ભાગ આવેલો છે. બીજી રાશિ વૃષભ છે એટલે તેમાં કૃતિકાનો થોડો ભાગ, રોહિણી અને મૃગશીર્ષનો અરધો ભાગ આવે છે. આ પ્રમાણે બારે રાશિમાં નક્ષત્ર વહેંચાયલા છે. અંગ્રેજ લોકો એ રાશિઓ જુદી રીતે ગણે છે. અંગ્રેજ લોકો વિષુવ બિંદુથીજ પહેલી રાશિ ગણે છે. આપણે રાશિઓના જે નક્ષત્રો કલ્પેલાં છે તે નક્ષત્રો ઉપરથી રાશિ ગણીએ છીએ. આ રાશિઓનાં નામ ૨૦૦૦ વર્ષ પૂર્વે પાડવામાં આવેલાં છે પણ અયનચલનને લીધે વિષુવ બિંદુમાં ફેર પડી ગયો છે. તે હિસાબે અંગ્રેજ લોકો કહે છે કે મકરસંક્રાંતિ ડિસેંબરની ૨૧ મી તારીખે થાય છે પણ આપણા લોકો જુના વખતના મકર રાશિના નક્ષત્ર પરથી મકર સંક્રાંતિ ૧૩ મી જાનેવારીએ થાય છે એમ કહે છે. આથી

કરીને આપણે જે દિવસે નવી રાશિ ગણીએ છીએ તેથી ૨૩ દિવસ અગાડી અંગ્રેજી પંચાગમાં નવી રાશિ બતાવેલી જોવામાં આવશે.

આ સિવાય આકાશના બીજા ભાગોમાં પણ જે નક્ષત્રો છે તેને પણ નામ આપવામાં આવેલાં છે. શિઆળામાં ઉત્તર તરફ સાંઝે જે માથા પર દેખાય છે તેને શર્મિષ્ટા કહે છે અને જે સવારે દેખાય છે તેને સપ્તઋષિ કહે છે. ૭૫ મી આકૃતિમાં જે સાત તારાઓનો સમૂહ છે તેને સપ્તઋષિ કહે છે ને તેના આગલા બે તારામાંથી લીટી દોરી જે તારો બતાવેલો છે તે ધ્રુવનો તારો છે.



આકૃતિ ૭૫ મી. **સપ્ત ઋષિ.**

જે તારાઓ ઘણાજ પ્રકાશિત છે તેને જુદાં નામો આપવામાં આવેલાં હોય છે. જેમકે આર્દ્રાનો તારો, અરૂંધતીનો તારો વગેરે. વળી જ્યારે તારા આટલા બધા છે ત્યારે બધા તારાને નામ આપી શકાય એમ નથી તેથી દરેક નક્ષત્રમાં જે તારાઓ હોય છે તેમાંના સૌથી પ્રકાશિત તારાને ક સપ્ત ઋષિ, તેથી ઉતરતા તારાને ખ સપ્ત ઋષિ એ પ્રમાણે નામ આપવામાં આવે

છે. અંગ્રેજીમાં ગ્રીક ભાષાના મૂળાક્ષર પરથી અમુક નક્ષત્રના સૈાથી વધારે પ્રકાશિત તારાને અલ્ફા સપ્ત ઋષિ, તેથી ઉતરતાને બીટા સપ્ત ઋષી એમ કહે છે. આપણામાં હાલ ક સપ્ત ઋષિ કહીએ છીએ તે અંગ્રેજીની નકલ છે. એ કંઈ આપણી જુની પદ્ધતિ નથી. વળી નક્ષત્રોમાં મૂળાક્ષરો કરતાં વધારે તારાઓ હેાય છે ત્યારે તેને નંબરો આપવામાં આવે છે.

નરી આંખે દેખાતા તારાના પ્રકાશમાં પ્રમાણમાં વર્ગ કરવામાં આવેલા છે. સૈાથી વધારે પ્રકાશિત તારા તે પહેલા વર્ગના ગણાય છે. એમ ઉતરતાં ઉતરતાં છઠ્ઠા વર્ગ સુધીના તારા નરી આંખે દેખાય છે. પાંચમા વર્ગના તારા જે લોકોની નજર શૉર્ટ સાઇટેડ (ટુંકી નજર) નથી તેનાથી પણ દેખાય છે. છઠ્ઠા વર્ગના તારા જે લોકોને દેખાય છે તેની આંખ સારી ગણાય છે. એનાથી ઉતરતા વર્ગના તારા નરી આંખે દેખાતા નથી. પહેલા વર્ગના તારાનું તેજ છઠ્ઠા વર્ગના તારા કરતાં ૧૦૦ ગણું પ્રકાશિત છે. આકાશમાં પહેલા વર્ગના તારા માત્ર ૨૦ છે.

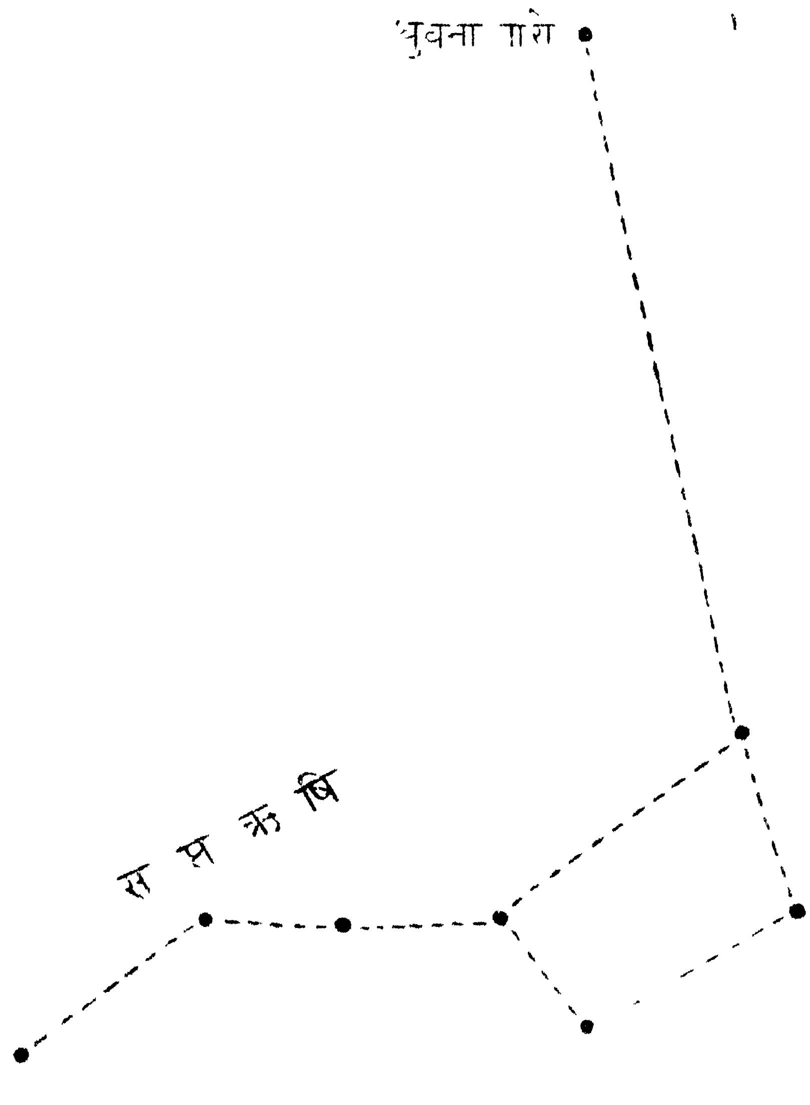
તારાઓ ઘણેજ અંતરે છે. સૈાથી વધારે પાસેનો તારો ક નરતુરંગ ગણાય છે અને તેનું અંતર પૃથ્વી અને સૂર્ય વચ્ચે જેટલું છે તે કરતાં ૨,૭૫,૦૦૦ ગણું છે. એટલે અંતરેથી તેજ આવતાં ચાર વર્ષ લાગે છે એ-ટલે આજે આપણે જે તેજ જોઈએ છીએ તે તેનું ચાર વર્ષ પરનું છે. સીરીઅસ (સાઇરિસ) એનાથી પણ બમણે અંતરે છે. કેટલાક તારાઓ તો એટલે અંતરે છે કે તેના તેજ આપણી તરફ આવતાં ૧૦૦ વર્ષ લાગે છે, અને કેટલાક તો એથી પણ વધારે દૂર છે.

ઘણા તારા સફેદ રંગના છે પણ કેટલાક પીળા અથવા રતાશ પર પણ હેાય છે. સીરીઅસ સફેદ છે, વીગા ભૂરાશ પડતો અને આરકટસ લાલ છે. તારાઓના રંગનો આધાર તેની અંદર રહેલા પદાર્થ પર છે.

આકાશમાં સૈાથી વધારે પ્રકાશિત તારો સીરીઅસ છે ને તે વીગાથી છ ગણો પ્રકાશિત છે. તેના જેવા ૭,૦૦,૦૦,૦૦,૦૦૦ તારા એકઠા કર્યા હેાય તો સૂર્યના જેટલો પ્રકાશ નીકળે છે. અલબત તેઓ આટલે બધે છેટે છે તેથી તેમનો પ્રકાશ ઓછો લાગે છે. સીરીઅસ જો આપણા સૂર્ય જેટલો પાસે હેાય તો તેનું તેજ સૂર્યથી ઘણુંજ વધારે માલમ પડત.

આ બધા તારાઓને પણ ગતિ હોય છે. અસલના લોકો એને સ્થાઈ સમઝતા હતા પણ હાલ યંત્રોથી તેઓના સ્થાનમાં ફેર માલમ પડે છે. તેઓ ઘણે અંતરે હોવાને લીધે તેઓનાં સ્થાન ફેર થયેલાં આપણને નરી આંખે લાગતા નથી. આપણો સૂર્ય જે પણ એક તારો છે તે પોતાના બધા ગ્રહને લઈ શૌરી નક્ષત્ર તરફ જતો જણાય છે.

કેટલાક તારા નરી આંખે એક દેખાય છે પણ દૂરબીન વતી જોઈએ છીએ ત્યારે બે દેખાય છે. એ બે દેખાતા તારામાં એક તારો બીજા તારાની



આકૃતિ ૭૬ મી. ધ્રુવનો તારો.

આજુબાજુ ફરતો લાગે છે. કેટલાક તારા એ કરતાં પણ વધારેના બનેલા લાગે છે. મૃગશર નક્ષત્રનો એક તારો છ તારાઓનો બનેલો છે.

કેટલાક તારાઓના તેજમાં ફેરફાર થતો માલમ પડે છે. કેટલાકોનુ તેજ અમુક વખતે પાછું અસલ સ્થિતિમાં આવે છે. કેટલાક નરી આંખે દેખાતા તારાનું તેજ એટલું ઓછું થઈ જાય છે કે નાના દૂરબીનમાં પણ તે દેખાતા નથી.

કેટલીક વખતે નવા તારા દેખાઈ આવે છે અને તે પાછા અદૃશ્ય થઈ જાય છે. ઈ. સ. ૧૫૭૨ ના નવેમ્બરમાં ટાઈકો બ્રાહ્મીએ શર્મિષ્ટા નક્ષત્રમાં એકાએક એક તારો સીરીઅસ કરતાં પણ વધારે પ્રકાશિત જોયો હતો. કેટલા દિવસ સુધી તે તારો દિવસે પણ દેખાતો હતો. પછી ડિસેંબરથી ઝાંખો થવા લાગ્યો અને આખરે ઇ. સ. ૧૫૭૪ ના માર્ચ મહિનામાં તે તદન અદૃસ્ય થઈ ગયો હતો.

૭૬ મી આકૃતિ પરથી ધ્રુવનો તારો જલદી જડી આવે છે. એની અંદર સપ્ત ઋષિનું નક્ષત્ર બતાવેલું છે. એ નક્ષત્રના આગલા બે તારા છે તેમાંથી એક સીધી લીટી ઉત્તર તરફ દોરીએ તો રસ્તામાં જે પ્રકાશિત તારો આવે છે તે ધ્રુવનો તારો છે. ધ્રુવનો તારો અચળ ગણાય છે પણ ખરૂ જોતાં તે પણ અચળ નથી હાલ જેને આપણે ધ્રુવનો તારો કહીએ છીએ તે ખરેખરા ધ્રુવ પર નથી.

निहारिका.

વાદળાં જેવા જુદા જુદા આકારના જે પદાર્થો આકાશ પર જણાય છે તે નિહારિકા નામે ઓળખાય છે. તે કંઈ નરી આંખે વાદળાં જોઈએ છીએ તેમ દેખાતા નથી પણ દૂરબીનમાંજ દેખાય છે. મૃગશર નક્ષત્રમાં જે નિહારિકા છે તે ઘણો જોવા લાયક છે.

સૃષ્ટિની ઉત્પત્તિ નિહારિકામાંથી થયેલી ગણાય છે. લેપલેસ કહે છે કે “ અસલ નિહારિકા ઘણીજ ગરમ વરાળ હતો. ત્યાર પછી નિહારિકાએ ગોળ ઘટ રૂપ પકડયું અને ધરી પર ફરવા લાગ્યો. જેમ નિહારિકાની ગરમી ઓછી થતી ગઈ તેમ તેમ તે નાનો અને નાનો થતો ગયો અને વધારે ઝડપથી

ધરી પર ફરવા લાગ્યો. પછી જેમ જેમ તે વધારે ઝડપથી ફરવા લાગ્યો તેમ ધ્રુવનો ભાગ ચપટો થતો ગયો અને વિષુવવૃત્તવાળો ભાગ ફૂલતો ગયો અને આખરે અસલ નિહારિકામાંથી તે ઉપસેલો ભાગ મેખળારૂપે છુટો પડી જઈ જુદો ફરવા લાગ્યો. એ પ્રમાણે જુદા જુદા ભાગો મેખળા રૂપે અસલ નિહારિકામાંથી અમુક વખતે છુટા પડયા છે. એ મેખળાના ભાગો ઘટ થઈ તેના ગ્રહ બન્યા છે. ગ્રહમાંથી પાછી જ્યારે એવી મેખળા છુટી પડી ત્યારે તે મેખળાના પાછા ઉપગ્રહ બન્યા છે. શનિની મેખળાના બધા ઉપગ્રહ હજુ બની શકયા નથી. આ પ્રમાણે અસલ નિહારિકાના મધ્ય ભાગનો સૂર્ય બને છે અને તેની છુટી પડેલી મેખળાઓના ગ્રહ અને ઉપગ્રહ બને છે. આ સિદ્ધાંત પ્રમાણે છેલ્લો ગ્રહ નેપચ્યુન પહેલો ઉત્પન્ન થયલો હોવો જોઈએ. કેટલાકો લેપલેસનો બધો સિદ્ધાંત કબુલ કરતા નથી. તેઓ જોકે સૃષ્ટિની ઉત્પત્તિ નિહારિકામાંથી થયેલી કહે છે પણ તેનો ક્રમ જુદો બતાવે છે. તેઓ કહે છે કે અસલ નિહારિકા ગરમ સ્થિતિમાં હતો એમ કહેવાની જરૂર નથી. જેમ જેમ નિહારિકા નાનો થતો જાય છે તેમ તેમ તેમાં ગરમી વધારે ઉત્પન્ન થતી જાય છે અને તેઓ સૂર્યનો દાખલો આપે છે. સૂર્યનું કદ નાનું થતું જાય છે અને તેથી તેમાંથી ગરમી ઓછી થતી નથી. ફયા નામનો ફ્રાન્સનો એક ખગોળશાસ્ત્રી કહે છે કે અંદરના ગ્રહો પહેલા ઉત્પન્ન થયલા હોવા જોઈએ.

સૃષ્ટિની ઉત્પત્તિ તથા નક્ષત્રોનું વર્ણન આ ગ્રંથમાં ટુંકમાં આપવામાં આવ્યું છે. આ ગ્રંથ મધ્યમ વર્ગના આદમીઓ માટે, ઉપોદ્ઘાતમાં લખ્યું છે તે પ્રમાણે લખ્યો છે અને તેઓને આ વાંચવાથી આકાશી પદાર્થો વિષે કંઈ પણ જ્ઞાન થશે, એવી આશા છે. કેટલીક સાધારણ બાબત જેવી કે તિથિ, મહિના, વર્ષ, વાર, અધિક માસ, પુનમીઆ માસ વગેરે તેમજ અંગ્રેજી મહિના વગેરેનું જ્ઞાન પણ આ ગ્રંથથી થશે. શાસ્ત્રીય જ્ઞાન આપવાનો કંઈ પણ પ્રયાસ આ ગ્રંથમાં કરવામાં આવ્યો નથી કારણ કે આ ગ્રંથનો એ હેતુ જ નથી. લોકોને ખગોળના શાસ્ત્રીય ગ્રંથ વાંચવાનો શોખ થાય એવા હેતુથી જ આ ગ્રંથ લખવામાં આવ્યો છે.

પરિશિષ્ટ अ. સૂર્યમંડળના ગ્રહોના અંતર વગેરે.

	સૂર્યથીઅંતર. કરોડ. માઇલ.	પ્રદક્ષિણા કાળ.વર્ષમાં.	દર સેકંડે માર્ગમાં ગતિ. માઇલ.	ક્રાંતિવૃત્ત સાથે ખુણો.	વ્યાસ. માઇલ.	વ્યાસ. પૃથ્વી=૧ માઇલ.	રજકણ સમૂહ. પૃથ્વી=૧
સૂર્ય					૮,૬૬,૪૦૦	૧૦૯·૪	૩,૩૨,૦૦૦
બુધ	૩·૬	૦·૨૪	૨૩ થી ૩૫	૭°	૩૦૩૦	૦·૩૮૨	૧/૨૧
શુક્ર	૬·૭૨	૦·૬૨	૨૧·૯	૩°૨૩′	૭૭૦૦	૦·૯૭૨	૦·૮૨
પૃથ્વી	૯·૨૯	૧·૦૦	૧૮·૫	૦	૭૯૧૭·૬	૧·૦૦૦	૧·૦૦
મંગળ	૧૪·૧૫	૧·૮૮	૧૫·૦	૧°૫૧′	૪૨૩૦	૦·૫૩૪	૧/૯·૩૨
સીરીઝ લઘુગ્રહ	૨૫·૭	૪·૬૦	૧૧·૧	૧૦°૩૭′	૪૮૮ ?	૧/૧૬·૨૨ ?	૧/૭૦૦૦
બૃહસ્પતિ	૪૮·૩	૧૧·૮૬	૮·૧	૧°૪૮′	૮૬,૫૦૦	૧૦·૯૨	૩૧૭·૭
શનિ	૮૮·૬	૨૯·૪૬	૬·૦	૨°૨૯′	૭૩,૦૦૦	૯·૧૭	૯૪·૮
યુરેનસ	૧૭૮·૧૯	૮૪·૦૨	૪·૨	૦°૪૬′	૩૧,૯૦૦	૪·૦૩	૧૪·૬
નેપચ્યુન	૨૭૯·૧૬	૧૬૪·૭૮	૩·૪	૧°૪૭	૩૪,૮૦૯	૪·૩૦	૧૭·૦

પરિશિષ્ટ બ. સૂર્ય, ગ્રહોના કદ વગેરે.

	કદ. પૃથ્વી=૧	જાતિય ગુરૂત્વ. પૃથ્વી=૧	જાતિય ગુરૂત્વ. પાણી=૧	ધરી પર ફરવાનો સમય.	આકર્ષણ. પૃથ્વીપર=૧
સૂર્ય	૧૩,૦૦,૦૦૦	૦·૨૫	૧·૩૯	દિ.૨૫ ક.૭ મિ.૪૮	૨૭·૬૫
બુધ	૦·૦૫૬	૦·૮૫ ?	૪·૭ ?	૮૮ દિ.	૦·૪૩
શુક્ર	૦·૯૨	૦·૮૯	૪·૯૪	૨૨૫ દિ.	૦·૮૨
પૃથ્વી	૧·૦૦	૧·૦૦	૫·૫૫	૨૩ ક. ૫૬ મિ.	૧·૦૦
મંગળ	૦·૧૫૨	૦·૭૧	૩·૯૨	૨૪ ક. ૩૭ મિ.	૦·૩૮
સીરીઝ લઘુગ્રહ	$\frac{૧}{૪૨૭૦}$				$\frac{૧}{૨૬૫}$?
બૃહસ્પતિ	૧૩૦૯	૦·૨૪	૧·૩૨	૯ ક. ૫૫ મિ.	૨·૬૫
શનિ	૭૬૦	૦·૧૩	૦·૭૨	૧૦ ક. ૧૪ મિ.	૧·૧૮
યુરેનસ	૬૫	૦·૨૨	૧·૨૨		૦·૯૦
નેપચ્યુન	૮૫	૧·૧૧	૧·૧૧		૦·૮૯

પરિશિષ્ટ ક. ઉપગ્રહો સંબંધી વિગત.

	ઉપગ્રહનું નામ.	શોધનાર.	શોધવાનું વર્ષ.	અંતર. માઇલ.	નક્ષાત્ર કાળ. દિ. ક. મિ.	ક્રાંતિવૃત્ત સાથે ખુણો.	વ્યાસ. માઇલ.	
	ચંદ્ર			૨,૩૮,૮૪૦	૨૭—૭—૪૩	૫°.૦૮'	૨૧૬૨	
૧	ફોબોસ	હૉલ	૧૮૭૭	૫૮૫૦	૭—૩૯	૨૬°૧૭'	૩૫?	મંગળના ઉપગ્રહો.
૨	ડીમોસ	હૉલ	૧૮૭૭	૧૪,૬૫૦	૧—૬—૧૭	૨૫°૪૭'	૧૦?	મંગળના ઉપગ્રહો.
૫	પાંચમો ઉપગ્રહ	બરનાર્ડ	૧૮૯૨	૧,૧૨,૫૦૦	૧૧—૫૭	૨°૨૦'	૧૦૦?	બ્રહસ્પતિના ઉપગ્રહો.
૧	ઈઓ	ગૅલીલીઓ	૧૬૧૦	૨,૬૧,૦૦૦	૧—૧૮—૨૭	૨°૦૮'	૨૫૦૦	બ્રહસ્પતિના ઉપગ્રહો.
૨	યુરોપા	,,	,,	૪,૧૫,૦૦૦	૩—૧૩—૧૩	૧ ૩૮'	૨૧૦૦	બ્રહસ્પતિના ઉપગ્રહો.
૩	જેનીમીડ	,,	,,	૬,૬૪,૦૦૦	૭—૩—૪૨	૧°૫૯'	૩૫૫૦	બ્રહસ્પતિના ઉપગ્રહો.
૪	કૅલિસ્ટો	,,	,,	૧૧,૬૭,૦૦૦	૧૬—૧૬—૩૨	૧°.૫૭'	૨૯૬૦	બ્રહસ્પતિના ઉપગ્રહો.
૬	છઠ્ઠો ઉપગ્રહ	પેરીની	૧૯૦૫	૭૧,૮૫,૦૦૦	૨૫૩—૯—૦		૧૦૦?	બ્રહસ્પતિના ઉપગ્રહો.
૭	સાતમો ઉપગ્રહ	.	,,	૭૪,૦૩,૦૦૦	૨૬૫—૦—૦		૪૦?	બ્રહસ્પતિના ઉપગ્રહો.
૮	આઠમો ઉપગ્રહ		૧૯૦૮					

પાંચ, છ, સાત અને આઠમા ઉપગ્રહોનાં નામ પાડેલાં નથી.

પરિશિષ્ટ ક (ચાલુ) શનિના ઉપગ્રહો.

	ઉપગ્રહનું નામ.	શોધનાર.	શોધવાનું વર્ષ.	અંતર.	નાક્ષત્ર કાળ. દિ. ક. મિ.	ક્રાંતિવૃત્ત સાથે ખુણો.	વ્યાસ. માઇલ.
૧	મીમાસ	વીલીયમ હર્શલ	૧૭૮૯	૧,૧૭,૦૦૦	૦–૨૨–૩૭	૨૮°–૧૦'–૧૦"	૬૦૦ ?
૨	એનસીલૅડસ	,,	,,	૧,૫૭,૦૦૦	૧—૮–૫૩	,,	૮૦૦ ?
૩	ટેથીસ	કેસીની	૧૬૮૪	૧,૮૬,૦૦૦	૧–૨૧–૧૮	,,	૧૨૦૦ ?
૪	ડીઓન	,,	,,	૨,૩૮,૦૦૦	૨–૧૭–૪૧	,,	૧૧૦૦ ?
૫	હીઆ	,,	૧૬૭૨	૩,૩૨,૦૦૦	૪–૧૨–૨૫	,,	૧૫૦૦ ?
૬	ટિટન	હયુજેન્સ	૧૬૫૫	૭,૭૧,૦૦૦	૧૫–૨૨–૪૧	૨૭°–૩૮'–૪૯"	૩૫૦૦ ?
૭	હાઇપીરીઅન	બૉન્ડ	૧૮૪૮	૯,૩૪,૦૦૦	૨૧—૬–૩૯	૨૭°–૪·૮'	૫૦૦ ?
૮	આએપીટસ	કેસીની	૧૬૭૧	૨૨,૨૫,૦૦૦	૭૯—૭–૫૪	૧૮°–૩૧'	૨૦૦૦ ?
૯	ફોબી	પીકરિંગ	૧૮૯૮	૮૦,૦૦,૦૦૦	૫૪૬—૦—૦	૫°–૬'	૫૦ ?
૧૦	થેમિસ	,,	૧૯૦૫	૯,૦૬,૦૦૦ ?	૨૦–૨૦—૦	૩૯°–૦'	૩૦ ?

પરિશિષ્ટ ક. યુરેનસ અને નેપચ્યુનના ઉપગ્રહો.

	ઉપગ્રહનું નામ.	શોધનારનું નામ.	શોધવાનું વર્ષ.	અંતર. માઇલ.	પ્રદક્ષિણાનો કાળ.	ક્રાંતિવૃત સાથે ખૂણો.	વ્યાસ. માઇલ.
					દિ. ક. મિ.		
૧	એરીઅલ	લેસલ	૧૮૫૧	૧,૨૦,૦૦૦	૨–૧૨–૨૯	૯૭° •૫૧'	૫૦૦ ?
૨	અમબ્રીઅલ	,,	,,	૧,૬૭,૦૦૦	૪—૩–૨૭	,,	૪૦૦ ?
૩	ટીટેનીઆ	વીલીયમ હર્શલ.	૧૭૮૭	૨,૭૩,૦૦૦	૮–૧૬–૫૬	,,	૧૦૦૦ ?
૪	ઓબેરોન	,,	,,	૩,૬૫,૦૦૦	૧૩–૧૧—૭	,,	૮૦૦ ?
૧	નામ નથી પહેલો ઉપગ્રહ.	લેસેલ.	૧૮૪૬	૨,૨૧,૫૦૦	૫–૨૧—૨	૧૪૫° ૧૨'	૨૦૦૦ ?

ખગોળ વિદ્યા. (લલ્લકૃત રત્નકોશ પ્રમાણે.) પરિશિષ્ટ—ડ

	નક્ષત્રો.	આકૃતિ.	તારાની સંખ્યા.
૧	અશ્વિની	અશ્વમુખ	૩
૨	ભરણી	યોની	૩
૩	કૃત્તિકા	અસ્ત્રો	૬
૪	રોહિણી	શકટ	૫
૫	મૃગશીર્ષ	મૃગનું માથું	૩
૬	આર્દ્રા	રત્ન	૧
૭	પુનર્વસુ	ઘર	૪
૮	પુષ્ય	બાણ	૩
૯	અશ્લેષા	કુંભારનો ચાક	૫
૧૦	મઘા	ઘર	૫
૧૧	પુર્વા ફાલ્ગુની	પલંગ	૨
૧૨	ઉત્તરા ફાલ્ગુની	શય્યા	૨
૧૩	હસ્ત	હાથનો પંજો	૫
૧૪	ચિત્રા	મોતી	૧
૧૫	સ્વાતી	પરવાળુ	૧
૧૬	વિશાખા	તોરણ	૪
૧૭	અનુરાધા	બલિહરણ	૪
૧૮	જ્યેષ્ટા	અંગુઠી	૩
૧૯	મૂળ	સિંહની પુછડી	૧૧
૨૦	પૂર્વાષાઢા	પલંગ	૨
૨૧	ઉત્તરાષાઢા	હસ્તિદંત	૨
૨૨	અભિજીત	ત્રિકોણ	૩
૨૩	શ્રવણ	ત્રણ પગથીઆં	૩
૨૪	ધનિષ્ટા	મૃદંગ	૪

૨૫	શતતારા	વર્તુલ	૧૦૦
૨૬	પૂર્વા ભાદ્રપદ	દ્વિમુખ	૨
૨૭	ઉત્તરા ભાદ્રપદ	પલંગ	૨
૨૮	રેવતી	મૃદંગ	૩૨

परिशिष्ट, इ.

	દિ.	ક.	મી.	સેંકડ.
નાક્ષત્ર દિવસ		૨૩	૫૬	૪
સૈાર દિવસ(નાક્ષત્ર દિવસના ૨૪ કલાક પ્રમાણે)		૨૪	૩	૫૬
નાક્ષત્ર માસ	૨૭	૭	૪૩	૧૨
ચાંદ્રમાસ	૨૯	૧૨	૪૪	૩
રવિ સમીપ બિંદુ માસ	૨૭	૧૩	૧૮	૩૭
સૈારવર્ષ	૩૬૫	૫	૪૮	૪૬
નાક્ષત્ર વર્ષ	૩૬૫	૬	૯	૯
રવિ સમીપ બિંદુવર્ષ	૩૬૫	૬	૧૩	૪૮
સેાલર પેરેલૅક્સ	૮"·૮૦			
અયન ચલનની ગતિ	૫૦"· ૪૮			
પ્રકાશની ગતિ (દરસેંકડે)	૧,૮૬;૩૨૦ માઇલ			